



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**EVELYN TIMBÓ DIAS MARTINS**

**LEVANTAMENTO PANORÂMICO DO SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO  
DE TAMBORIL – CE**

**FORTALEZA**

**2021**

EVELYN TIMBÓ DIAS MARTINS

LEVANTAMENTO PANORÂMICO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE TAMBORIL-CE.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Ma. Paula Nobre de Andrade.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Centro Universitário Christus - Unichristus

Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do  
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M3791 Martins, Evelyn Timbó Dias.  
Levantamento panorâmico do saneamento básico no município de  
Tamboril / Evelyn Timbó Dias Martins. - 2021.  
103 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro  
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,  
Fortaleza, 2021.

Orientação: Profa. Ma. Paula Nobre de Andrade.

1. Saneamento Básico. 2. Qualidade de vida. I. Título.

CDD 624

EVELYN TIMBÓ DIAS MARTINS

LEVANTAMENTO PANORÂMICO DO SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE  
TAMBORIL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao curso de Engenharia Civil do  
Centro Universitário Christus, como requisito  
parcial para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Ma. Paula Nobre de  
Andrade.

Aprovada em: 18/01/2021

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Ma. Paula Nobre de Andrade (Orientadora)  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Prof. Dr. José Itamar Frota Junior  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Profa. Dra. Juliana Alencar Firmo de Araújo  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora, pela minha vida e por toda força nos momentos que mais precisei, sempre que conseguia algo eu dizia “Deus é top” e sim, Ele é muito top.

Agradeço à Unichristus e ao corpo docente que contribuíram com meu crescimento pessoal e profissional, a todos profissionais da educação meu muito obrigada por toda a paciência e toda a dedicação nesses anos. Um agradecimento especial a todos aqueles que nos recebem nos estacionamentos e entrada, especialmente o meu amigo Dedé, e a todos que estão presentes nos andares, como a Edilene.

Meu muito obrigada a minha banca, Juliana e Itamar, professores que admiro e que contribuíram com esse trabalho. Especialmente a Paula Nobre, minha orientadora, uma profissional a qual me inspiro e tenho um imenso carinho, sempre disposta a ajudar e acrescentar durante esses três meses. Paula, como aluna e como orientanda, obrigada por a sua dedicação em qualquer tarefa que você se propõe a fazer.

Esse trabalho também teve uma grande contribuição de duas pessoas da prefeitura de Tamboril, Felipe Pereira Araújo e Antônio Wilson de Sousa, esses que estiveram dispostos a me ajudar e contribuir para a coleta de dados.

Dedico esses espaços também a todos aqueles amigos que ao longo desse caminho estiveram comigo, me incentivaram e fizeram essa graduação mais leve e tranquila. Especialmente ao Alisson, Silvelândia, Damaris, Mauro, Jamilly, Roberta, Manuel, Dimitri e a todo o time Ibiapina.

A minha amiga Karoline Reis, você é um dos presentes que a vida me deu, essa caminhada nada seria sem você. Sempre digo, desde a primeira conversa na aula de programação, nossa amizade era para acontecer. Você me fez gostar de passar horas em ligações desabafando e me incentivava a estudar quando tudo que queria era dormir, obrigada por todas as conversas e conselhos, você é realmente a amiga que minha mãe quer eu tenha.

A minha família dedico a minha eterna gratidão, aos meus tios e tias, primos e primas, vó Sulamita e Vô Nonato, por tudo que já fizeram e fazem por mim, por sempre me motivar.

As minhas sobrinhas, Isis e Taís, agradeço por cada carta colocada na porta, por cada momento de paciência e entendimento de que não poderia brincar. E a minha irmã e ao meu cunhado, obrigada por tudo, pela paciência nos meus momentos de estresse e aos momentos que comemoramos juntos cada parte entregue desse trabalho.

Aos meus pais, Alberto e Valéria, agradeço do fundo do meu coração toda dedicação a mim durante esses anos e a todos os anos que teremos juntos pela frente. Vocês são meu porto seguro e minha força em todos os momentos da minha vida. A força em todos os momentos do meu pai e a dedicação da minha mãe em tudo que faz, são minhas inspirações.

Por fim, "Quero muito agradecer a todos vocês porque vocês me colocaram aqui hoje. Se eu fosse contar para vocês tudo o que aconteceu na minha história até eu chegar neste momento, talvez vocês nem acreditassem. Às vezes, nem eu acredito. De verdade, hoje eu só quero agradecer... Mas hoje eu queria muito agradecer a mim porque eu não desistir. Vocês sabem que eu sempre agradeço a vocês e hoje passou um filme na minha cabeça. Quero muito agradecer a mim." (ANITTA, 2019).

## RESUMO

O saneamento básico é constituído por quatro serviços: o abastecimento de água potável, a coleta e tratamento de esgoto, a coleta de resíduos sólidos e a drenagem urbana. A falta desses sistemas pode causar problemas e alterações na qualidade de vida da população, já o investimento nesse setor traz melhorias em áreas como saúde e otimização da cadeia produtiva. Enquanto alguns países buscam a estatização do saneamento básico, outros apostam na privatização desse serviço, o caso do Brasil, com o novo Marco Legal do Saneamento Básico. No entanto, não existe um só método para alcançar bons números e atender a população de forma satisfatória, é preciso entender as particularidades de cada local. O panorama do saneamento básico de uma cidade facilita entender o comportamento e acontecimentos, positivos ou negativos, derivados desse serviço. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é coletar informações sobre abastecimento de água potável, a coleta e tratamento de esgoto, a coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana do município de Tamboril – CE, relacionando com a qualidade de vida da população tamborilense. Atualmente esta população se encontra com um abastecimento de água dependente da Cagece, que mantém uma disponibilidade de volume de água mesmo com mananciais abaixo do nível, além de estar em um momento de transição na sua política de resíduos sólidos. O esgoto e a drenagem do município são precários, necessitando de uma atenção maior dos gestores.

**Palavras-chave:** Saneamento básico. Qualidade de vida.

## **ABSTRACT**

Basic sanitation consists of four services: the supply of drinking water, the collection and treatment of sewage, the collection of solid waste and urban drainage. The lack of these systems can cause problems and changes in the population's quality of life, as the investment in this sector brings improvements in areas such as health and optimization of the production chain. While some countries seek to nationalize basic sanitation, others bet on the privatization of this service, the case of Brazil, with the new Legal Framework for Basic Sanitation. However, there is no single method to achieve good numbers and serve the population satisfactorily, it is necessary to understand the particularities of each location. The panorama of basic sanitation in a city makes it easier to understand the behavior and events, positive or negative, derived from this service. Thus, the objective of this work is to collect information on drinking water supply, sewage collection and treatment, solid waste collection and urban drainage in the municipality of Tamboril - CE, relating to the quality of life of the tamborilense population. Currently, this population has a water supply dependent on Cagece, which maintains an availability of water volume even with springs below the level, in addition to being in a moment of transition in its solid waste policy. Sewage and drainage in the municipality are precarious, requiring greater attention from managers.

**Keywords:** Sanitation. Quality of life.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cloaca Máxima de Roma.....	16
Figura 2 – Aqueduto do Rio de Janeiro.....	17
Figura 3 – Açude Cedro no ano da sua inauguração, em 1906.....	19
Figura 4 – Primeiro prédio da Cagece.....	20
Figura 5 – Saneamento nos países da América do Sul.....	22
Figura 6 – Arte gráfica da estação de dessalinização do Ceará.....	31
Figura 7 – Gráfico do consumo de água em l/dia/hab.....	32
Figura 8 – Porcentagem de perdas de água nas regiões do Brasil.....	32
Figura 9 – Índices de esgoto das regiões brasileiras.....	35
Figura 10 – Obras paralisadas ou atrasadas financiadas com recurso do FGTS.....	36
Figura 11 – Parcela da população impactada por eventos hidrológicos.....	40
Figura 12 – Número de desabrigados ou desalojados por eventos hidrológicos.....	41
Figura 13 – Sistemas de drenagem utilizados em vias.....	42
Figura 14 – Taxas de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos.....	42
Figura 15 – Reservação das águas pluviais, por unidade de área urbana.....	43
Figura 16 – Localização de Tamboril em relação ao estado do Ceará.....	45
Figura 17 – Bacia do Acaraú com o Açude Carão localizado no sul da região.....	46
Figura 18 – Bacia dos Sertões de Crateús com o Açude Sucesso ao norte da região.....	47
Figura 19 – População de Tamboril em 2010.....	48
Figura 20 – Quantidade de domicílios em Tamboril em 2010.....	48
Figura 21 – Faixa etária da população de Tamboril no ano de 2010.....	49
Figura 22 – Educação em Tamboril no ano de 2018.....	49
Figura 23 – PIB por setor no município de Tamboril.....	51
Figura 24 – Fluxograma simplificado da metodologia do trabalho.....	52
Figura 25 – Precipitação em Tamboril de 1986 a 2019.....	53
Figura 26 – Cota do nível d'água mensal do Açude Carão - 2006 a 2018.....	54
Figura 27 – Cota do nível d'água mensal do Açude Sucesso - 2006 a 2018.....	55
Figura 28 – População com serviço de abastecimento de água.....	56
Figura 29 – Percentual de abastecimento de água da população urbana em Tamboril.....	57
Figura 30 – Número de ligações ativas de água em Tamboril.....	58
Figura 31 – Extensão da rede de abastecimento de água em Tamboril.....	59
Figura 32 – Volume de água produzido e Volume de água consumido.....	60
Figura 33 – Excedente no volume de água produzida em Tamboril.....	61

Figura 34 – Água fluoretada de água em Tamboril.....	62
Figura 35 – Relação entre volume de água consumido e tarifação média em Tamboril.....	63
Figura 36 – Investimentos da Cagece no abastecimento de água de Tamboril.....	64
Figura 37 – Despesas da Cagece no município de Tamboril. ....	65
Figura 38 – Paralisações da Cagece em Tamboril. ....	66
Figura 39 – Indicadores de qualidade da água de Tamboril.....	67
Figura 40 – Sistemas de esgoto existentes em Tamboril.....	70
Figura 41 – Sistema da estação de tratamento de Tamboril.....	71
Figura 42 – Estação de Tratamento da Vila Monsenhor Holanda.....	71
Figura 43 – Situação da estação de tratamento de esgoto da Vila Monsenhor Holanda em Tamboril.....	72
Figura 44 – Fossas da estação da Vila Monsenhor Holanda em Tamboril .....	72
Figura 45 – Fossas da Vila Monsenhor Holanda.....	73
Figura 46 – Muro da estação de tratamento da Vila São Pedro. ....	73
Figura 47 – Esgoto a céu aberto na estação de tratamento de esgoto da Vila São Pedro.....	74
Figura 48 – Estação de tratamento de esgoto do bairro Monte Castelo. ....	74
Figura 49 – Estação coberta por vegetação no bairro Monte Castelo. ....	75
Figura 50 – Lixão de Tamboril as margens da CE – 266.....	75
Figura 51 – Coleta de lixo no município nos anos de 2000 e 2010.....	76
Figura 52 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Tamboril.....	78
Figura 53 – O único catador do lixão de Tamboril.....	78
Figura 54 – População com coleta de resíduos sólidos. ....	79
Figura 55 – Centrais Municipais de Resíduos do Sertão de Crateus.....	81
Figura 56 – Ecoponto Simplificado com área em torno de 1000m <sup>2</sup> .....	81
Figura 57 – Localização dos pontos de CMR e Ecopoints no município de Tamboril.....	82
Figura 58 – Rua João José de Castro, no Distrito de Sucesso. ....	87
Figura 59 – Distrito de Sucesso em dezembro de 2018. ....	87
Figura 60 – Alagamento na zona rural de Tamboril em abril de 2019.....	88
Figura 61 – Escola da sede de Tamboril em abril de 2019.....	88
Figura 62 – Rompimento da passagem molhada na zona rural de Tamboril. ....	89
Figura 63 – Rompimento de açude em propriedade particular. ....	89
Figura 64 – Rompimento de açude em propriedade particular. ....	90

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Arquitetura institucional do saneamento no Chile .....	23
Quadro 2 – Arquitetura institucional do saneamento na Alemanha.....	24
Quadro 3 – Arquitetura institucional do saneamento no Canadá .....	25
Quadro 4 – Arquitetura institucional do saneamento no Japão.....	25
Quadro 5 – Competência do planejamento por esfera de governo.....	26
Quadro 6 – Aspectos do sistema de abastecimento.....	29
Quadro 7 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à destinação.....	37
Quadro 8 – Classificação dos resíduos sólidos quanto a origem.....	37
Quadro 9 – Unidades de processamento dos resíduos sólidos de cada região do Brasil.....	38
Quadro 10 – Tipos de abordagem na pesquisa científica.....	44
Quadro 11 – Profissionais de saúde ligados ao SUS no município de Tamboril.....	50
Quadro 12 – Casos confirmados de doenças em Tamboril.....	50
Quadro 13 – Número de empregos formais em Tamboril.....	50
Quadro 14 – Qualidade da água da ETA do Carão.....	68
Quadro 15 – Qualidade da água da ETA de Sucesso.....	69
Quadro 16 – Quantidade de resíduos sólidos gerados em Tamboril.....	76
Quadro 17 – Geração <i>per capita</i> por material em Tamboril.....	77
Quadro 18 – Serviços Executados pelo agente público.....	79
Quadro 19 – Despesas dos serviços no município de Tamboril.....	80
Quadro 20 – Números de resíduos sólidos seco e orgânico de Tamboril.....	82
Quadro 21 – Resíduos de RCC de Tamboril.....	83
Quadro 22 – Verdes e madeiras produzidas em Tamboril.....	83
Quadro 23 – Investimentos para a construção da CMR e ecoponto.....	84
Quadro 24 – Precipitação média nos distritos de Tamboril.....	86

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>14</b>
<i>1.1.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>14</i>
<i>1.1.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>14</i>
<b>1.2 Estrutura do trabalho .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 A história do Saneamento Básico .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Gerenciamento do saneamento básico no mundo.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Vertentes do saneamento básico.....</b>	<b>28</b>
<i>2.3.1 Abastecimento de água potável.....</i>	<i>29</i>
<i>2.3.2 Esgotamento Sanitário .....</i>	<i>33</i>
<i>2.3.3 Resíduos Sólidos.....</i>	<i>36</i>
<i>2.3.4 Drenagem urbana e manejo de águas pluviais .....</i>	<i>39</i>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1 Tipologia da Pesquisa.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2 Caracterização da Área de Estudo.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3 Etapas da Pesquisa .....</b>	<b>51</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>53</b>
<b>4.1 Abastecimento de água em Tamboril .....</b>	<b>54</b>
<b>4.2 Esgotamento Sanitário em Tamboril.....</b>	<b>70</b>
<b>4.3 Resíduos Sólidos em Tamboril .....</b>	<b>75</b>
<b>4.4 Drenagem Urbana em Tamboril.....</b>	<b>85</b>
<b>4.5 Saneamento básico e a qualidade de vida em Tamboril .....</b>	<b>90</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>94</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (AGÊNCIA IBGE, 2019), a taxa de crescimento populacional entre julho de 2018 e julho de 2019, foi de 0,79%, apresentando uma queda no aumento da população em relação ao ano anterior. Apesar do Brasil possuir 12% do total da água doce disponível no planeta (O GLOBO, 2019), a situação do país é preocupante, devido à má distribuição dessas águas e as crises hídricas que o país tem enfrentado.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019b), registrou que 83,6% dos brasileiros possuem acesso ao abastecimento de água tratada, mas quando se refere a esgoto coletado, apenas 46,3% do esgoto é tratado, portanto menos da metade da água retirada da natureza retorna aos mananciais de forma correta.

O abastecimento de água potável e o esgotamento sanitário são direitos humanos (ONU, 2010). Apesar da grande porcentagem da população brasileira com acesso a água tratada, estima-se que 35 milhões de pessoas ainda não possuem acesso a este serviço básico, tendo como consequência a morte por desnutrição e doenças decorrentes da precariedade do acesso à água potável como diarreia, febre tifoide, cólera e poliomielite. Segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância, UNICEF, (2019), “Crianças menores de 15 anos que vivem em países afetados por conflitos prolongados têm, em média, quase três vezes mais chances de morrer de doenças diarreicas causadas pela falta de água potável, saneamento e higiene do que por violência direta”.

Quanto ao esgotamento sanitário, cerca de 100 milhões de brasileiros não possuem acesso a esse direito e, dentre os que possuem, menos da metade recebe o tratamento devido (TRATA BRASIL, 2020a). Sendo assim, a solução para preservação da água e consequentemente a redução da falta dela, é o investimento em saneamento e no tratamento do esgoto sanitário, podendo assim assegurar o futuro das próximas gerações.

A Lei nº. 11.445/2007, denominada Lei das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, que foi sancionada em 5 de janeiro de 2007, inclui entre os seus serviços, além do esgotamento sanitário e do abastecimento de água, a limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana e manejo das águas pluviais. Esse documento define como responsável por esses serviços o município, sendo sua função elaborar o Plano Municipal de Saneamento Básico. Portanto, saneamento básico é definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o “conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água,

esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais” (BRASIL, 2007).

Em seu Art. 3, a Lei do Saneamento determina que devem ser tomadas as medidas necessárias para encaminhar a água da captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição e estabelece que a intervenção para garantia do serviço de esgotamento sanitário deve ser no tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente (BRASIL, 2007).

O equilíbrio entre desenvolvimento e as condições ambientais são desafios para os municípios, sabendo que o crescimento e urbanização podem causar impactos a impermeabilização do solo, diminuindo a infiltração, conseqüentemente causando inundações que geram resultados econômicos negativos, chegando a influenciar na saúde dos afetados. Por esse motivo, é básico haver um planejamento de drenagem urbana e manejo das águas pluviais, considerando que o Brasil, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) é o 6º país do mundo que mais sofre com catástrofes climáticas, com mais 10 mil ocorrências, entre 1991 e 2010, sendo uma a cada três tragédias no país nas categorias de vendavais, deslizamento de terras e enxurradas (RÁDIO CÂMARA, 2012).

Quanto a responsabilidade do município, a Lei das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, no artigo 3º, declara como drenagem e manejo das águas pluviais, o “conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas” (BRASIL, 2007).

O consumo e descarte, sem qualquer tipo de tratamento, de produtos provenientes das ações antrópicas no meio ambiente causam impactos no solo e nas águas. A coleta seletiva ainda não é uma realidade em grande parte dos municípios brasileiros. Dos municípios participantes do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos de 2018, apenas 38,1% possui alguma forma de coleta seletiva (SNIS, 2019a).

Segundo o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (2019), estimou-se que existam cerca de 800 mil catadores no Brasil, que contribuem para que não haja uma diminuição no suprimento de resíduos para a coleta seletiva e reciclagem, já que são responsáveis por 90% do que é reciclado hoje no Brasil (SNIS, 2019a).

A Lei nº. 11.445/2007, no artigo 3º, impõe que, em relação aos resíduos sólidos, é necessário que o órgão municipal garanta o tratamento e destino do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (BRASIL, 2007).

A carência de serviços de água potável, coleta e de tratamento de esgoto, cria um ambiente propício ao desenvolvimento de doenças graves (TRATA BRASIL, 2018) e muitos dos problemas sanitários que afetam a população são causados pelas condições do meio ambiente. Dados divulgados pela OMS, em 2014, afirmam que para cada 1 dólar investido no setor de saneamento, economiza-se 4,3 dólares na área de medicina (ONU, 2014). O investimento em saneamento, causa uma série de economias em outras áreas, além de gerar lucro em empresas e criar empregos. A Confederação Nacional da Indústria, CNI, aponta que “cada real investido em esgoto se transforma em R\$ 2,50 para toda a cadeia produtiva” (SANEAMENTO BÁSICO, 2018).

O estado do Ceará é o 17º maior do país, ocupando 1,75% da área territorial do Brasil. A população estimada para 2020 é de 9.187.103 pessoas, tendo a sua densidade demográfica de 56,76 hab/km<sup>2</sup> e Índice de Desenvolvimento Humano de 0,682 (IBGE, 2020). A população do estado conta com o rendimento mensal domiciliar *per capita* de R\$ 942,00 segundo o IBGE de 2019. O clima predominante do Ceará é o tropical quente semiárido, o que o torna vulnerável aos fenômenos da seca (IPECE, 2007). Entre 2012 a 2016, o estado passou pela a pior seca prolongada da sua história desde 1910, enfrentando uma crise hídrica, sendo necessário o Governo do Estado, elaborar um plano com o objetivo de reduzir em 20% o consumo de água, com investimentos previstos em R\$ 72,1 milhões (FUNCEME, 2016).

A presença do saneamento básico em um município influencia diretamente em áreas que afetam a vida da população de todas as classes sociais. O tema ainda assim, é tratado de forma indiferente por muitos gestores públicos, sendo necessário ser cobrado pela população, que em grande parte não possui conhecimento sobre a importância desse setor na saúde e na economia. Um panorama de saneamento básico de um município é um recurso que divulga a situação da cidade, assim buscando compreender problemas e procurar soluções para a situação atual. Além disso, é válido ressaltar que a qualidade de vida de uma população é proporcional à qualidade dos serviços de saneamento ofertados.

Portanto, como objeto de estudo desse trabalho, foi escolhido o município de Tamboril, que está localizado na Microrregião do Sertão de Crateús. Além da sua sede, o município possui outros 7 distritos: Açudinho, Boa Esperança, Carvalho, Curatis, Holanda, Oliveiras e Sucesso. O município possui uma área total de 2.014,543 km<sup>2</sup>, com a população estimada para 2020 de 26.225 pessoas (IBGE, 2020).

## **1.1 Objetivos**

### *1.1.1 Objetivo Geral*

Avaliar o influxo da infraestrutura do saneamento básico de Tamboril na qualidade de vida dos seus habitantes.

### *1.1.2 Objetivos Específicos*

- Coletar a série histórica dos dados de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana no município de Tamboril;
- Montar um dossiê panorâmico da situação do saneamento básico no município de Tamboril;
- Avaliar a influência do saneamento básico na qualidade de vida da população de Tamboril.

## **1.2 Estrutura do trabalho**

Na seção 01, a introdução, é apresentado o tema de estudo do projeto em uma abordagem geral dos tópicos a serem estudados.

Na seção 02 será apresentado o referencial teórico utilizado como embasamento para o desenvolvimento das ideias.

O procedimento metodológico, com ênfase nas bases teóricas aplicadas para o desenvolvimento do trabalho, assim como possíveis materiais e métodos utilizados durante a pesquisa serão apresentados na Seção 03 desse trabalho.

A seguir, Seção 04 e Seção 05, serão apresentados os resultados e conclusões esperados ao fim do desenvolvimento do trabalho, como também sugestões para pesquisas e trabalhos futuros. Ao final, são mostradas as referências.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A história do Saneamento Básico

A água é uma necessidade básica do ser humano e desde a antiguidade se entendia a sua importância para a vida dos animais e das plantas. Na Pré-história, na sua primeira fase (a Era Paleolítica) viviam os nômades, povos que não tinham uma habitação fixa, procuravam lugares que tivessem acesso a água e alimento, quando esses acabavam, mudavam-se em busca de regiões com esses recursos (SILVA, 2019).

Logo em seguida, veio a Era Mesolítica, sendo essa finalizada pelo começo da agricultura, assim iniciando um novo período, o último da fase pré-histórica, o Neolítico. Essa época permitiu que o homem se fixasse na terra, formando aldeias (SILVA, 2019). Sendo assim, com o lixo gerado pelas aldeias, o homem entendeu que a água suja e o acúmulo de resíduos transmitem doenças (SANEAMENTO BÁSICO, 2017).

A Idade Antiga, foi marcada pelas grandes civilizações, como a indiana e chinesa, no mundo oriental, ao oeste, a civilização egípcia e povos da região mesopotâmica, também denominados como civilizações hidráulicas, por agruparem populações que subsistiam da exploração das águas e terras férteis presentes na beira dos rios (SOUSA, 2019). Os primeiros registros de construção de galerias de esgoto, são em Nipur, na Índia, 3750 a.C. Também se tem registros na Babilônia, 650 anos depois, utilizando manilhas de cerâmica (NUVOLARI, 2011).

Nesse mesmo período, 3000 a.C., também se tem os primeiros registros de sistemas de drenagem, onde drenos e coletores instalados eram destinados a coletar escorrências das vias, com caleiras adaptadas ao escoamento dos caudais mais reduzidos, desenvolvido pela civilização Hindu, onde atualmente é o Paquistão Ocidental. A civilização Mesopotâmica, 2500 a.C, construíam sarjetas e sumidouros para a recolha de águas de superfície e encaminhamento para os coletores, sendo utilizados os materiais tijolo e asfalto. (MATOS, 2003)

O palácio de Cnossos, localizado na ilha de Creta, desenvolveu um sistema de drenagem construído em pedra e terra-cota, as precipitações frequentes e intensas na região resultavam na ocorrência cíclica de condições de auto-limpeza, assim o sistema contava com um coletor ou emissário final das águas residuais que descarregava o efluente a uma distância considerável da origem (MATOS, 2003).

Na antiguidade, o Império Romano foi uma referência de práticas sanitárias e higiênicas, tendo entre suas construções, aquedutos, os banhos públicos, reservatórios e

chafarizes romanos (BARROS, 2019). A Cloaca Máxima de Roma, símbolo histórico, onde se tinham canais subterrâneos que faziam a drenagem, sendo escoado pela própria gravidade, depois limpo por escravos, evitando assim falhas no sistema. Apesar de ser um grande avanço, esse sistema era ligado apenas as melhores casas, outras residências precisavam procurar outros mecanismos para destinação dos dejetos (ATHAYDES; PAROLIN; CRISPIM, 2020). A Figura 1, mostra essa antiga construção, que ainda hoje funciona, em uma capacidade menor e pode ser visitada por turistas.

Figura 1 – Cloaca Máxima de Roma.



Fonte: Tripadvisor (2017).

O marco inicial da chegada da Idade Média, foi a queda do Império Romano, sendo um período sem avanços no saneamento básico, tornando-se esse uma responsabilidade dos cidadãos, deixando de ser gerenciado pelo governo, assim os conhecimentos obtidos nessa fase ficaram arquivado em mosteiros religiosos (TRATA BRASIL, 2020b). Com o crescimento das cidades e a falta de investimentos em saneamento, um outro importante momento histórico foi registrado nesse período, a peste bubônica, que matou 43 milhões de pessoas. Sabe-se que essa doença é transmitida pelas pulgas infectadas por ratos, dessa forma é possível perceber a precariedade de algumas populações, tendo que dividir o espaço das ruas com os lixos (NUVOLARI, 2011).

Com a chegada da Idade Moderna e, conseqüentemente, a Revolução Industrial, as cidades não suportaram o crescimento juntamente com a falta de tratamento dos resíduos produzidos, que contaminavam águas usadas para abastecer a população. A saúde pública na Inglaterra foi uma das mais impactadas com todas essas mudanças, sendo também o país pioneiro em tomar medidas em busca da redução desses impactos, fazendo em 1847 a Reforma Sanitária. Era necessário que os esgotos domésticos e industriais fossem ligados por um sistema e despejados em rios, sem nenhum tratamento, esperando que fossem capazes de fazer a depuração dos efluentes. No ano seguinte, um surto de cólera chegou a Europa, sendo

necessárias outras medidas do governo Inglês, como a limpeza das cidades e instalação de novos sistemas de abastecimento de águas e esgoto (ATHAYDES; PAROLIN; CRISPIM, 2020).

Na França, em 1872, Jean Louis Moura criou o tanque séptico, ao descobrir as vantagens de se acumular o lodo dos esgotos em um tanque. E apenas em 1914, na Inglaterra, Ardem e Lockett apresentam o processo de lodos ativados para o tratamento de esgotos. (NUVOLARI, 2011). Em Londres, no ano de 1929, foi criada a primeira estação de tratamento de água, no rio Tâmsa, que já era foco de algumas pesquisas, onde a água passava por um sistema de filtração com areia (ATHAYDES; PAROLIN; CRISPIM, 2020).

O Brasil iniciou a sua história envolvendo outros países apenas em 1500, sendo inicialmente alvo de disputas territoriais e exploração da matéria prima. Mas foi também no período da Idade Moderna que se tiveram os primeiros registros de saneamento no país. Em 1561, no Rio de Janeiro, o fundador Estácio de Sá mandou escavar o primeiro poço para o abastecimento da cidade (TRATA BRASIL, 2020b). Apenas no século XVII, tiveram obras relativamente grandes na área do saneamento, sendo essas na Pernambuco holandesa e no Rio de Janeiro. O início das obras do aqueduto do Rio Carioca para abastecimento da cidade, foi financiado pelos impostos sobre o vinho e sobre a cachaça, juntamente com rendas da justiça, sendo inaugurado apenas em 1750 (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015). A obra foi iniciativa de Aires Saldanha e tinha 270 metros de comprimento e 18 metros de altura, sendo o primeiro sistema de abastecimento do Brasil. Hoje a construção é um ponto turístico da cidade, conhecida como arcos da lapa (TRATA BRASIL, 2020b). Os arcos são mostrados na Figura 2, na época em que era utilizado para abastecer uma parte da cidade.

Figura 2 – Aqueduto do Rio de Janeiro.



Fonte: Diário do Rio (2015).

As ações de saneamento eram feitas de forma individual, nos séculos XVIII e XIX. O uso de chafarizes propiciava o abastecimento comunitário e gratuito de água a população.

Rio de Janeiro, Vila Rica, Salvador, Recife e outras cidades implantaram redes de chafarizes, bicas e fontes públicas, essas águas eram levadas para as residências através dos escravos, sendo um recurso apenas para aqueles que tinham melhores condições econômicas, após o uso, os criados destinavam o esgoto para o mar ou valas (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015).

Com a chegada da corte portuguesa no Brasil, em 1808, o país, que passava por uma queda nas atividades açucareiras e algodojeiras, encontrou no café a nova fonte de riqueza, fazendo com que os Estados Unidos se tornassem o seu principal importador. Com o fim do tratado com Inglaterra, o acordo alfandegário de 1827, novas taxas de importação foram acrescentadas pelo governo, sendo assim aumentando o poder financeiro, chegando a duplicar a receita na década posterior (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015).

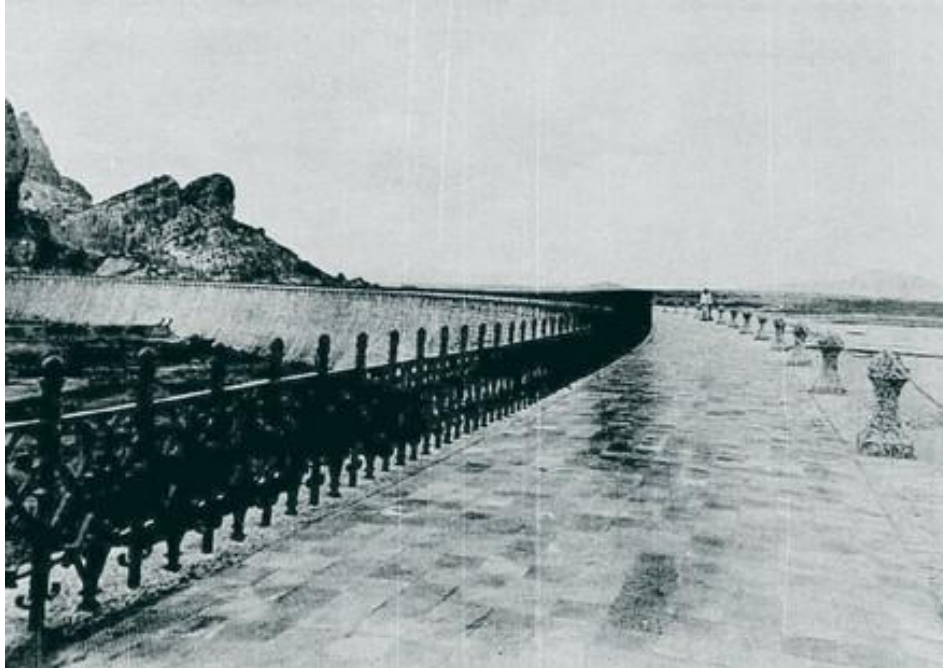
Novas regulamentações para as atividades econômicas foram aplicadas, com a liberdade tributária e com a aprovação do Código Comercial do Império em 1850, o Estado iniciou um ciclo de investimentos privados na infraestrutura e serviços urbanos. Assim, a capital do Império iniciou suas obras de saneamento, iluminação a gás, transporte por bondes, iniciativas de eletrificação, o transporte ferroviário, telégrafos e outras (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015).

Juntamente com o engenheiro inglês Edward Gotto, Dom Pedro II, na mesma década, proporcionou a cidade do Rio de Janeiro, o serviço de “limpeza das casas da Cidade do Rio de Janeiro e do esgoto das águas *fluviaes*” (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015).

Na capital do Ceará, que se desenvolveu as margens do riacho Pajeú, inaugurava-se, em 29 de setembro de 1866, o primeiro sistema de abastecimento utilizando as fontes do Sítio Benfica (OPOVO, 2019; CAGECE, 2020c). O serviço era atendido por chafarizes da *Ceará Water Works Company Limited*, organizada com o capital inglês (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015).

A primeira grande obra hídrica de Dom Pedro II no Brasil, foi realizada no Ceará. Com as secas dos anos 1877 a 1879, o governo imperial solicitou estudos de meio de combate, sendo o engenheiro Ernesto Antônio Lassance Cunha, responsável por indicar o Boqueirão do Cedro. Em 1882, o engenheiro britânico Jules Revy, coordenou as obras preliminares, não dando continuidade após a Proclamação da República, em 15 de novembro de 1889. Exatamente um ano do início da república no Brasil, o engenheiro Ulrico Mursa, da Comissão de Açudes e Irrigação, começou as obras. Mas apenas em 1906, já sob coordenação do engenheiro Bernardo Piquet Carneiro, esse foi finalizado, construindo assim o primeiro açude do Brasil, em Quixadá (G1, 2015). A Figura 3 registra uma das primeiras imagens do açude, no ano de 1906, quando foi finalizada a sua construção.

Figura 3 – Açude Cedro no ano da sua inauguração, em 1906.



Fonte: Ceará em fotos e histórias *apud* GARCIA (2012).

O sistema de esgotamento sanitário, em 1896, foi requerido pelo presidente do estado, Dr. Nogueira Accioly, porém, o projeto único não foi aprovado, sendo entendido pelos médicos e engenheiros da comissão que o sistema de esgoto sozinho não resolveria o problema sanitário, sendo necessário também uma canalização de água. Assim, apenas em 1908, o governador autorizou obras de esgoto e abastecimento de água. A proposta vencedora foi do engenheiro João Filipe Pereira, com início das obras em 1911. Tendo seu funcionamento apenas em 1927, os dejetos eram lançados no mar sem nenhum tratamento. O sistema atendia famílias que tinham condições financeiras, porque cobria a área que hoje é o centro da cidade, um local na época de classe alta (NOTTINGHAM,2011).

O primeiro lixão da cidade da capital do Ceará, surgiu em 1956, no bairro Monte Castelo, sendo utilizado por quatro anos. Com o crescimento da cidade, existiu a necessidade de outros três lixões pelo município, o último nas margens do Rio Cocó, que funcionou até o ano de 1998. Desde então, Fortaleza utiliza o Aterro Sanitário Municipal Oeste de Caucaia (O POVO, 2012).

Em novembro de 1962, foi criada a Superintendência do Desenvolvimento Econômico do Ceará, Sudec, conseqüentemente o Serviço Autônomo de Águas e Esgoto do Estado do Ceará, Saagec (PORTAL DA HISTÓRIA DO CEARÁ, 2008a). Visando ainda uma melhora no abastecimento de bairros pobres, o governador Virgílio Távora, elaborou o Plano de Metas Governamentais, PLAMEG, para o período de 1963 a 1966, porém esse não foi cumprido.



Sendo assim, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, SUDENE, em 1966 coordenou um estudo prevendo a disposição submarina dos esgotos. “O sistema era formado por 72 km de redes coletoras, constituídas de tubos cerâmicos com diâmetros 150 a 375 milímetros, tubos de fibra cimento de 150 a 400 milímetros e, ainda, 2.300 metros de tubulações em concreto.” (NOTTINGHAM, 2011).

Em 1971, foi criada a Companhia de Água e Esgoto do Ceará, Cagece, em um período que apenas 54,8% de Fortaleza era abastecida (CAGECE, 2020c). Na Figura 4 é mostrado o primeiro prédio da Cagece na cidade de Fortaleza

Figura 4 – Primeiro prédio da Cagece.



Fonte: Cagece, 2020.

Assinado pelo governador do Ceará, José Adauto Bezerra de Menezes, no dia 7 de fevereiro de 1977, o contrato entre a Cagece e o Consórcio Pecal-Engenharia, Indústria e Comércio, para a construção do Interceptor Oceânico Leste, com o objetivo de afastar o esgoto pré-condicionado do litoral de Fortaleza, sendo levado pelas correntes marítimas. (PORTAL DA HISTÓRIA DO CEARÁ, 2008b).

Enquanto isso, outros lugares do mundo se preocupavam com outro método de saneamento, chegando assim a fase corretiva das águas, em 1970, surgindo a preocupação com sistemas de drenagem urbana, devido enchentes que cidades passavam. Foi observado que aumentar o escoamento através de construções de canalizações estavam se tornando inviáveis devido ao crescimento urbano, sendo necessário que ocorresse um sistema de amortecimento em detrimento de canalizações. No início da década de 90, surgiu uma fase de desenvolvimento sustentável, onde países buscavam tratar água pluvial, preservar os caminhos naturais do escoamento e priorizar a infiltração (TUCCI, 2012).

No mesmo momento em que países desenvolvidos buscavam amenizar os efeitos da urbanização, no Ceará ocorreu o processo de canalização do riacho Pajeú, com as obras iniciadas em 1980, onde 3.360 metros do riacho foram canalizados, modificando todos os componentes naturais da região que controlavam a drenagem, como o solo, vegetação, margens,

planície de inundação e lagoas. A extensão total canalizada é de 4.714 metros, sendo constante as inundações e falta de sistemas de drenagem suficientes para captar toda a água destinada ao riacho (O POVO, 2019).

O Brasil iniciou de forma tardia suas medidas de drenagem urbana, além de não proporcionar uma rede de esgoto capaz de acompanhar a urbanização, o que fez com que a população ligasse seu esgoto no sistema de água pluvial, ocasionando problemas que países desenvolvidos identificaram anos antes, assim o Brasil não acompanhou a fase corretiva (TUCCI, 2012).

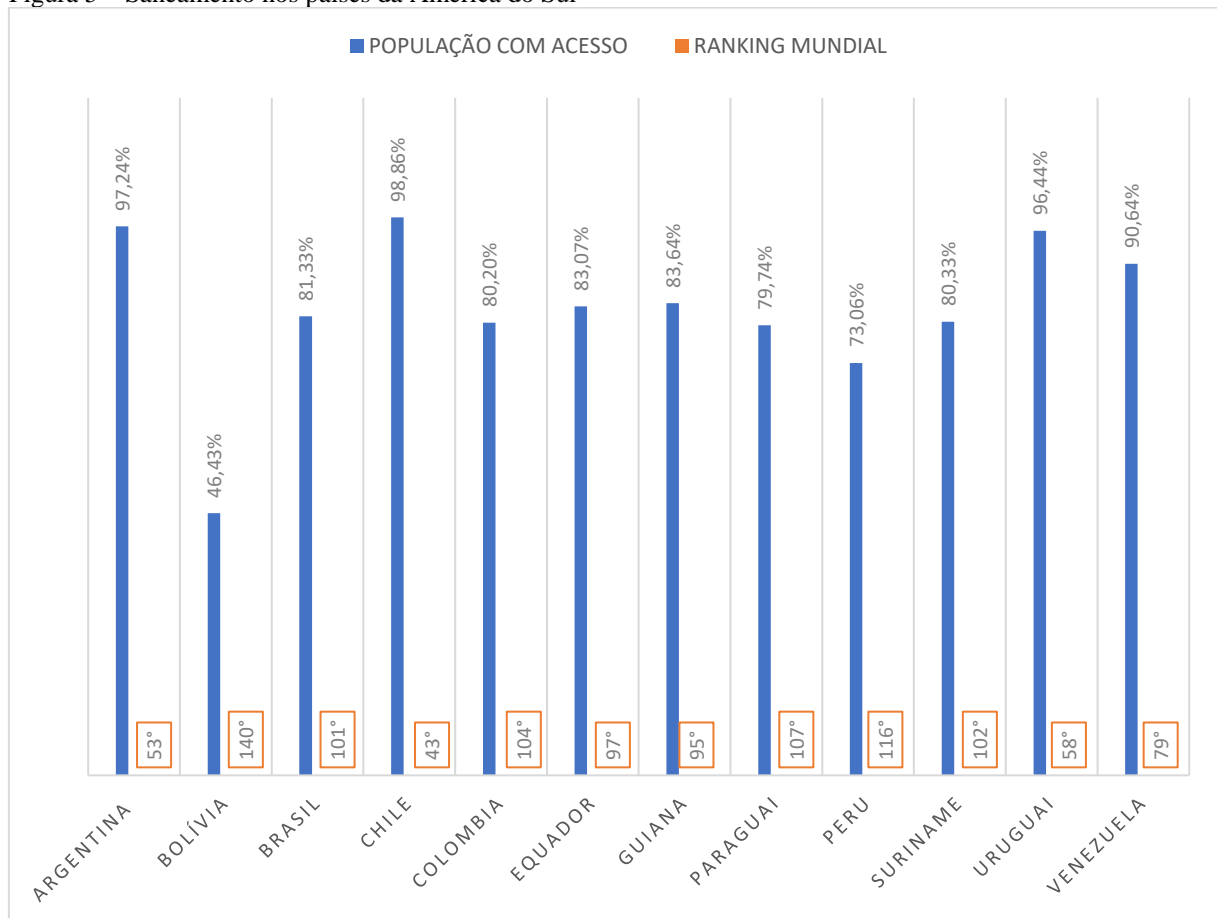
Tamboril iniciou sua importância hídrica no estado em 1980, tendo a construção do principal açude do município, Carão, finalizado no mesmo do início de suas obras (SRH, 2015a). Outro açude foi concluído oito anos depois, em 1988, sendo chamado normalmente pelo distrito em que está localizado, Sucesso (SRH, 2015b). Em 1998, existem registros de que Tamboril já era abastecida pela Cagece, outras companhias como Coelce, Telecará, ECT e serviços bancários, faziam cobertura na sede do município (CPRM, 1998).

## **2.2 Gerenciamento do saneamento básico no mundo**

Sanear vem do latim, e é definido como “tornar saudável, higienizar e limpar” (BARROS, 2019). Ele melhora a qualidade de vida do ser humano, influencia na saúde e na economia, portanto cidade rica é cidade saneada. Países da América do Norte, possuem 99,96% da população com acesso a saneamento, em países de renda alta, que fazem parte do Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OCDE, esse número chega a 99,94% da população. Alemanha, Austrália, Bélgica, França, Japão, Portugal e outros, possuem 100% da população com acesso a saneamento (DEESPASK, 2013).

O país da América do Sul que mais se destaca no saneamento é o Chile, ocupando a 43º posição do ranking mundial, o Brasil ocupa apenas o 7º lugar do continente, ficando em 101º em relação ao mundo. A Figura 5 mostra a colocação dos países da América do Sul em relação ao mundo, sendo o último dado da Venezuela de 2005 e a Guiana Francesa não contendo informações (DEESPASK, 2013).

Figura 5 – Saneamento nos países da América do Sul



Fonte: Adaptado de Deespask (2013).

A política adotada no Chile para a prestação de serviços de saneamento foi a participação das empresas privadas, que hoje são responsáveis por 94% do abastecimento da população do país (CNI, 2017). Entre os anos de 1970 e 1980, na ditadura militar do Chile, foi desenvolvido o Código de Águas, que tornou a água uma simples mercadoria. (SUDRÉ, 2020).

Entre 1988 e 1990, foi então instituído o novo marco legislativo, baseado na “*Ley General de Servicios Sanitarios*”, passando o Estado para poder concedente, sendo regulado e fiscalizado pelo SISS, “*Superintendencia de Servicios Sanitarios*”, e dando uma maior autonomia para serviços prestados por companhias regionais privadas. O marco passou por três fases de modernização, sendo a última no período de 1995 a 2006, onde o Estado se manteve responsável por no mínimo 35% das ações das empresas, sendo assim, tendo o poder de veto em algumas decisões, essa participação do estado foi estendida durante 30 anos. Os números alcançados por essas parcerias foram positivos em relação a quantidade de pessoas atendidas (CNI, 2017).



O Quadro 1 apresenta a divisão de responsabilidade dos serviços de saneamento no Chile.

Quadro 1 – Arquitetura institucional do saneamento no Chile

SANEAMENTO NO CHILE	
Serviços	Responsável
Poder Concedente	Federal
Regulador	SISS
Planejamento	Federal (geral) - Prestadores (específico)
Prestação de Serviços	Várias companhias regionais privadas

Fonte: Adaptado de CNI (2017).

No entanto, desde 2019, o Chile passa por diversos protestos, onde a população contesta a privatização em vários setores, pedindo o fim da política adotada por Pinochet, o ditador responsável pelas ações no país da década de 70 até o início da década de 90 (SUDRÉ, 2020). O país que por anos vive em um modelo neoliberal, argumenta que “tudo no Chile é mercadoria, até a água”, assim, as manifestações que se iniciaram pelo aumento da passagem do metrô, tomam novos rumos em busca de um país mais justo para os seus trabalhadores (FONSECA, 2019).

Ocupando o terceiro lugar no continente, o Uruguai, adotou uma política diferente do Chile, tendo a participação direta do Estado em ações de saneamento. A capital do Uruguai, Montevidéu, foi a primeira cidade da América do Sul, a construir uma cobertura de quase 91% do território para o sistema de esgoto. Conjunto de ações entre secretarias de habitação e saneamento, fizeram o país ter números satisfatórios, mas não ainda suficientes para atingir toda a sua população. Desde 2010, o país investe de forma intensa em tubulações subterrâneas em busca de aperfeiçoar o sistema de drenagem, não misturando esgoto coletado e água pluvial (GOMES, 2019).

O país que, em 2004, foi às urnas contra a privatização dos serviços de saneamento, votou a favor de ter na sua Constituição a água como um direito humano e o seu saneamento um dever do Estado (DIANNI, 2004). Em 2017, teve aprovado por seus deputados, a privatização da água, mas a população foi às ruas diversas vezes, contra essa lei, na *Gran Marcha Nacional em defesa del agua y la vida* (FNU, 2018).

A Alemanha é um país que já passou pela privatização dos seus serviços de saneamento e hoje o abastecimento de água é uma função do Estado, abrangendo aproximadamente 99% da população. Em 1993, cerca de 49% do volume de distribuição da

água era de responsabilidade pública, sendo os outros 51% de concessionárias privadas, em 2008, esse número chegou a 64%, sendo mais da metade do volume distribuído por empresas privadas. Nesse mesmo ano, os níveis de perdas de água no país era o mais baixo da Europa, chegando a 6,8%. Uma política, ao nível municipal, é feita no país para essa redução, buscando garantir níveis suficientes de fornecimento e dando a Alemanha uma garantia do seu recurso, que tem ainda mais de 80% da sua água disponível intacta, sendo utilizado para o abastecimento menos de 20% (CNI, 2017).

O Quadro 2 apresenta a divisão de responsabilidade dos serviços de saneamento na Alemanha.

Quadro 2 – Arquitetura institucional do saneamento na Alemanha

SANEAMENTO NA ALEMANHA	
Serviços	Responsável
Poder Concedente	Municipal
Regulador	Nacional
Planejamento	Nacional
Prestação de Serviços	Municipal

Fonte: Adaptado de CNI (2017).

A capital da Alemanha, Berlim, em 2013, devolveu o serviço para o setor público. Os governantes buscavam retomar o controle da economia, da água e nível local, além de baratear a conta para a população. Sendo assim, a Alemanha passou a contar com apenas 40% da participação de empresas privadas (NOVELLI, 2020). Entre 2000 e janeiro de 2017, ocorreram 835 casos de remunicipalização em diversas áreas, sendo 267 na retomada da gestão pública da água, perdendo apenas para o setor de energia, que só na Alemanha foi identificado 90% deles (CARNEIRO, 2017). A *Berliner Wasserbetriebe*, empresa municipal de água e esgoto de Berlim, é considerada um sucesso e contribuiu para que os preços do serviço prestado ficassem estáveis, sendo também de responsabilidade da empresa pública, *Berlin Energie*, a rede elétrica da cidade (NEHER, 2019).

Outros países com números positivos em relação ao saneamento são Japão e Canadá, sendo esse último considerado em relação aos recursos hídricos, o segundo país mais desenvolvido, que visa entender as diferenças regionais, sendo administrada por uma legislação integrando o setor federal, provincial e territorial. O Japão passa por uma série de catástrofes naturais, dessa forma busca o planejamento de longo prazo e a cooperação entre o público e privado, além de manter os baixos índices de perdas de água. (CNI, 2017).

O Quadro 3 e Quadro 4 apresentam a divisão de responsabilidade dos serviços de saneamento no Canadá e Japão, respectivamente.

Quadro 3 – Arquitetura institucional do saneamento no Canadá

SANEAMENTO NO CANADÁ	
Serviços	Responsável
Poder Concedente	Província
Regulador	Província
Planejamento	Nacional/Província
Prestação de Serviços	Municipal

Fonte: Adaptado de CNI (2017).

Quadro 4 – Arquitetura institucional do saneamento no Japão

SANEAMENTO NO JAPÃO	
Serviços	Responsável
Poder Concedente	Municipal
Regulador	Federal
Planejamento	Federal
Prestação de Serviços	Governos locais

Fonte: Adaptado de CNI (2017).

Portanto, não existe um modelo a ser seguido. É possível identificar com esses exemplos, pontos importantes como: planejamento, administração e normatização. Esses pilares precisam desenvolver-se buscando progredir no saneamento básico de cada país. O Brasil, almejando evoluir nessa área, aprovou no dia 15 de julho de 2020, a Lei nº 14.026/2020, o novo Marco Legal do Saneamento Básico.

O Governo Federal busca a universalização até 2033, com a meta de atender 99% da população brasileira com acesso à água potável e 90% ao tratamento e a coleta de esgoto (MDR, 2020).

Atualmente, as empresas estaduais têm contratos sem a necessidade de uma licitação, chamando de contrato de programa, possuindo regras de prestação de tarifação. Com o novo regulamento, se tem uma concorrência, com a obrigatoriedade de uma abertura de licitação, podendo concorrer a vaga tanto o serviço público quanto o privado (MDR, 2020). Os contratos que já estão feitos, poderiam permanecer até 2022 com extensão permitida até 2030,

caso a empresa tenha metas de universalização e prazos para isso, porém o Presidente Bolsonaro vetou esse trecho, alegando “limitar a livre iniciativa e livre concorrência” (AGÊNCIA SENADO, 2020a). O Quadro 5 mostra a atual gestão do saneamento no país, com a Lei nº11445/2007.

Quadro 5 – Competência do planejamento por esfera de governo.

PLANEJAMENTO DO SANEAMENTO NO BRASIL				
Órgãos	Planejamento	Regulação	Operação	Financiamento
Federal	Ministério das Cidades Ministério da Saúde Ministério do Meio Ambiente Ministério do Planejamento Ministério da Integração Nacional Ministério da Fazenda	ANA IBAMA	FUNASA	BNDES CEF Multilaterais
Estadual	Conselhos Estaduais	Agências Reguladoras Estaduais	Companhias Estaduais com controle público ou privado Agências ambientais	Multilaterais
Municipal	Conselhos Municipais	Agências Reguladoras Municipais	Autarquias municipais Empresas privadas	Multilaterais

Fonte: Adaptado de CNI (2017).

Buscando essa universalização dos serviços, para a população de baixa renda a lei cita em seus artigos o subsídio para essas pessoas que se encaixam nesse contexto, considerando as características locais e regionais tendo a gratuidade nas ligações a rede de esgotamento sanitário, citado no artigo 45 (BRASIL, 2020).

Na lei está prevista uma mudança para pequenas cidades, dependentes das cidades maiores que financiam a expansão dos serviços no território. Os municípios que possuem poucos recursos e sem cobertura de saneamento, poderiam fazer uma união em grupos ou blocos de municípios, fazendo um contrato dos serviços de forma coletiva. Essas cidades, que não necessitam ser vizinhas, precisam implementar planos municipais e regionais de saneamento básico, tendo a União como apoio técnico e financeiro para a execução dessa tarefa (MDR, 2020), porém esse último sendo vetado pelo Presidente da República, modificando para a criação de cursos de capacitação técnica dos gestores, em consórcio ou não com os estados, pois na proposta não está sendo previsto o cálculo do impacto financeiro e orçamentário (VERDÉLIO, 2020).

Quanto ao fim dos lixões, que já tinham data prevista para acabar, mais uma vez foi prorrogado, para 2021, nas capitais e regiões metropolitanas, e para 2024, em municípios com menos de 50 mil habitantes. Além disso, as cidades agora poderão cobrar tarifas e taxas sobre os serviços de asseio urbano, como poda de árvores, varrição de ruas e limpeza de bocas de lobo, entre outras (AGÊNCIA SENADO, 2020b).

A lei solicitava a prioridade da aprovação do licenciamento de projeto de saneamento básico sobre os que prosseguissem nos órgãos ambientais, o que não foi aceito pelo Governo Federal, sendo justificado com o fato de gerar insegurança jurídica, sendo isso uma invasão às normas de municípios. Um outro veto foi o da elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB), que seria acompanhado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) sendo esse não aceito pelo Executivo, já que os Ministérios da Justiça e de Desenvolvimento Regional, afirmaram não ser possível inserir novas competências ao conselho, pois tiraria do Presidente da República a autoridade em decisões (AGÊNCIA SENADO, 2020a).

O Comitê Interministerial de Saneamento Básico, será uma criação dessa nova lei, com o objetivo de melhorar a articulação entre os órgãos federais que atuam no setor. Esse comitê é de responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento Regional. Também vinculada ao mesmo ministério, a Agência Nacional de Águas (ANA), é quem passa a regular os serviços, elaborando as normas e regras, além de fazer o controle da perda de água e resolver problemas como indenizações. Cláusulas como “não interrupção dos serviços, redução de perdas na distribuição de água tratada, qualidade na prestação dos serviços, melhoria nos processos de tratamento e reuso e aproveitamento de água de chuvas” são ditas como essenciais (MDR, 2020).

A curto prazo, ainda terão ações como revisão de decreto, *roadshows*, novas normas regulatórias e metodologias para planos simplificados, além de ser estabelecido um canal de comunicação e transparência do novo Marco do Saneamento. No fim de 2022, a ANA deve publicar normas e cálculo de investimentos, além da mudança do SNIS, para Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Ainda com esse prazo, serão necessárias capacitações para gestores e reguladores municipais e estaduais, e o Plano Nacional de Saneamento Básico terá que ser adequado com as novas diretrizes (ANA, 2020).

Com essas novas normas é esperado, até 2033, o fornecimento de água para 99% da população e com a coleta e tratamento de esgoto chegando a cobrir 90% dos brasileiros, assim como o fim dos lixões até 2021, para capitais e regiões metropolitanas, até 2023 para municípios com a população entre 50 mil e 100 mil e até 2024 para aqueles com menos de 50

mil habitantes (VERDÉLIO, 2020). Tendo exemplos de países como Alemanha, que hoje busca a estatização desses serviços e o Chile, que passa por intensos protestos contra a política de privatização, o Brasil se encontra em um dilema quando o assunto é o novo marco, isso porque se tem o risco de monopólio, a redução da ineficiência e cidades menores sofrerem impactos negativos (EXAME, 2020).

Com a criação de blocos de municípios, com menos de cem mil habitantes, existe a possibilidade de atrair operadores menos preparados para a execução dos serviços, mas se essas cidades buscarem uma empresa de forma individual, podem não atrair investidores. Sendo assim, com a redução da qualidade das ações, as tarifas tendem a ficar mais caras, afastando dos municípios mais carentes a meta de universalização. As empresas precisam cobrar tarifas de acordo com seus gastos e ainda obter lucros, assim é difícil manter as taxas equilibradas, sabendo que o Brasil possui uma perda de água de 39%, essa estabilidade é um desafio, sendo necessária a redução da ineficiência nesse sistema de abastecimento. (EXAME, 2020)

O país vem sofrendo com um histórico negativo quanto a privatização de serviços, vivenciando desastres como o caso de Mariana e Brumadinho, assim como o apagão ocorrido no Amapá. A justificativa para a desestatização de serviços é a busca por melhorias e universalização, com esses acontecimentos negativos aumentam os questionamentos se a privatização não se torna um risco ao país (ILHÉU, 2020).

Um outro exemplo é o que ocorreu no serviço de telecomunicação, que foi deixado por parte do governo uma livre aplicação de investimentos, assim os benefícios em sua maioria foram aplicados em áreas mais rentáveis, sendo escolhidos grandes centro urbanos, além das reclamações envolvendo as questões tributárias (RÁDIO CÂMARA, 2020). Quando se existe um monopólio, não é possível ter uma escolha, assim existe o risco de o país seguir exemplos de cidades como Buenos Aires e Paris, que voltaram atrás depois de entregar os serviços de saneamento para a iniciativa privada (EXAME, 2020).

### **2.3 Vertentes do saneamento básico**

O saneamento básico é um conjunto de serviços que impactam diretamente na qualidade de vida e no desenvolvimento da sociedade e das cidades. Investir em saneamento é avançar no desenvolvimento econômico, na saúde, na preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos (ERCOLANI, 2020).

Inicialmente, o tratamento de resíduos sólidos seria excluído, aplicando o novo marco legal apenas para o esgotamento sanitário e o abastecimento de água, contudo esse

também foi vetado ao passar pelo Presidente (VERDÉLIO, 2020). Sendo ainda considerado no Artigo 3º da Lei nº 14.026/2020 como saneamento básico os mesmos serviços da Lei das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

### 2.3.1 Abastecimento de água potável

A água disponível no planeta, mesmo a água pluvial, não é própria para o consumo, sendo necessário antes atender alguns requisitos de potabilidade. Assim, o líquido primeiro precisa passar por um sistema de abastecimento de água, logo depois fornecer o mesmo para consumo doméstico, industrial, serviços públicos, entre outros (EOS, 2019a).

O sistema de abastecimento é dividido em alguns setores, a água é retirada de uma fonte, denominada como manancial, a captação passa por equipamentos e instalações, chamadas de adutoras, que funcionam de duas formas ou por gravidade ou por recalque e levam a água até a estação de tratamento da água, ETA, dependendo da forma da chegada do líquido é feito o tratamento, porém o mínimo é o acréscimo de cloro e flúor. A água tratada é armazenada em um reservatório, em casos de emergência ainda assim irá atender a demanda, o transporte até a casa dos consumidores é feito a partir de redes de distribuição e tendo seu caminho final no ramal domiciliar, que são ligações da rua até a residência (EOS, 2019a).

O Quadro 6 mostra os objetivos específicos que esse sistema busca, que são definidos em dois aspectos: econômicos e sanitário e social.

Quadro 6 – Aspectos do sistema de abastecimento.

Sanitário e social	Econômicos
Controlar e prevenir doenças	Aumentar a vida média pela redução da mortalidade
Implantar hábitos higiênicos na população	Aumentar a vida produtiva do indivíduo, por meio do aumento da vida média ou pela redução do tempo perdido com doença
Facilitar a limpeza pública	Facilitar a instalação de indústrias
Facilitar as práticas desportivas	Facilitar a proteção dos mananciais
Propiciar conforto, bem-estar e segurança	Facilitar a supervisão do sistema
Aumentar a expectativa de vida da população	Facilitar o controle da qualidade da água
	Facilitar a economia de escala

Fonte: Adaptado de EOS (2019).

Para atender esses objetivos, a fase de tratamento é dividida em alguns passos, o primeiro é a oxidação, que acrescenta o cloro afim de oxidar os metais presentes, em seguida a

coagulação e floculação, onde a água é misturada com o sulfato de alumínio, formando blocos gelatinosos, ajudando a remover as impurezas, a floculação funciona através de pás giratórias, agitando assim a água. A decantação é um complemento, que deposita a sujeira no fundo do decantador, durando de 2 a 3 horas nesse processo, ainda assim impurezas permanecem na água, tendo que passar por uma areia que faz a filtração, esses são formados por carvão ativado, que retira o odor e sabor das substâncias químicas utilizadas no processo (MAGALHÃES, 2020).

Ainda segundo Magalhães (2020), na desinfecção, o cloro é adicionado para destruição de micro-organismos, podendo também ser utilizado a ozonização e a exposição à radiação ultravioleta. A água já se encontra de forma potável, porém é necessário ser acrescentando cloro e flúor, esse último para a prevenção de cáries. Se necessário, corrigir o pH da água, onde se adiciona mais cal hidratado. As tubulações que levam essa água passam por um processo de corrosão e oxidação, para a proteção destas pode ser acrescentado ortopolifosfato de sódio.

A disponibilidade hídrica do Brasil depende das suas 12 regiões hidrográficas. O Ministério do Meio Ambiente considera, que além do consumo, outros fatores impactam na oferta, como na Região Norte que tem uma expansão de energia hidrelétrica, na Região Centro - Oeste que passa por uma expansão da agricultura, atividade que mais utiliza água, enquanto as Regiões Sul e Nordeste possuem um déficit hídrico e a Região Sudeste enfrenta o problema da poluição das águas (BRITO, 2018).

Com essas faltas é comum encontrar lugares, principalmente na Região Nordeste, onde o abastecimento depende de água dos poços. No Ceará, ocorre o sistema de dessalinização da água, onde a água do subsolo é salobra. O dessalinizador encontrado em alguns pontos do estado elimina o sal em até mil litros de água em uma hora, porém o custo é cinco vezes maior que o da produção de água tratada. O mesmo acontece em Fernando de Noronha, que tem cerca de 40% do seu abastecimento dependente da dessalinização da água do mar, um sistema necessário para que não ocorra falta de água (G1, 2014).

A dessalinização gera um resíduo chamado de salmoura, porém estudos mostram que cada litro de água doce que uma usina produz, em média se gera 1,5 litros de salmoura. O despejo inadequado desse tipo de material pode intoxicar a vida marinha, esgotando o oxigênio dissolvido nas águas receptoras, assim é de grande importância que sejam injetados em poços ou mantidos em lagoas de evaporação (Funes, 2019).

O Brasil irá construir a sua maior usina de dessalinização de água do mar no estado do Ceará. Inicialmente, o projeto seria localizado na Praia do Futuro, em Fortaleza, mas ocorreu uma mudança, sendo situada em Caucaia, Região Metropolitana. O empreendimento começou



a ser construído em setembro de 2020, com previsão de término em seis meses. O projeto apresentado pela Prefeitura ao Ministério do Desenvolvimento Regional, em Brasília, recebeu R\$ 10,9 milhões em recursos federais e terá um custo total de R\$ 11,298 milhões (AECIPP, 2020). A Figura 6 mostra uma arte gráfica da estação.

Figura 6 – Arte gráfica da estação de dessalinização do Ceará.

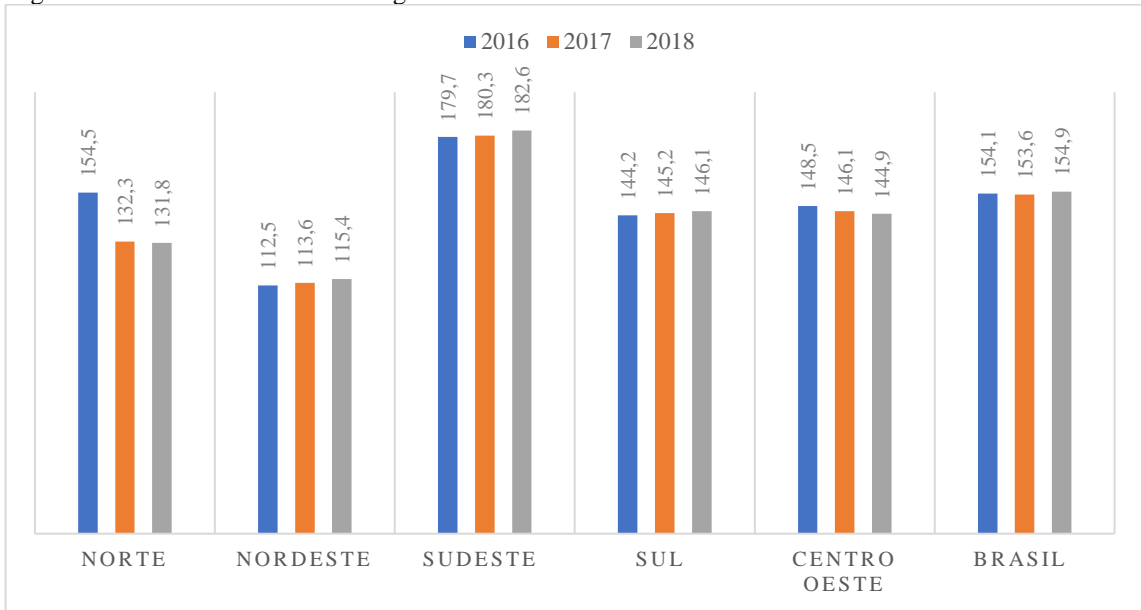


Fonte: Gustavo Diógenes (2020).

A máquina utilizada nesse processo será tipo *plug&play*, com uma técnica chamada de osmose reversa, que transforma a água própria para consumo, funcionando através de uma membrana semipermeável que absorve o sal e os componentes nocivos à saúde humana (AECIPP, 2020).

Em 2018, o consumo médio do país teve um aumento de 0,5% em relação a 2016, chegando a 154,9 litros por habitante ao dia. O consumo varia nas regiões do Brasil, outro número que também cresceu em relação a 2017, foi o de perdas na distribuição, chegando a 38,5%. (SNIS, 2019b). As Figura 7 e Figura 8 mostram os dados de consumo da população e a perda de água nas regiões brasileiras.

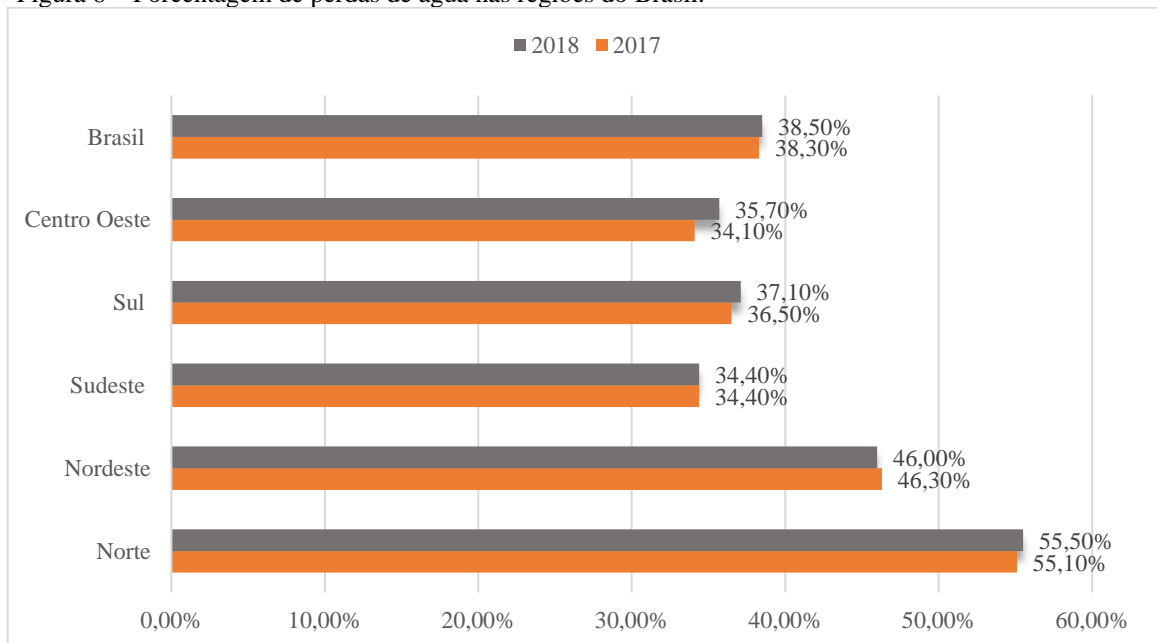
Figura 7 – Gráfico do consumo de água em l/dia/hab.



Fonte: Adaptado de SNIS (2019b).

É possível observar, na Figura 7, que apenas as regiões Norte e Centro – Oeste registraram uma diminuição no consumo, sendo o Nordeste do país, o que teve o maior aumento, com uma variação de 2,60%. A única região acima da média brasileira é a Sudeste, marcando 182,6 L/dia/hab.

Figura 8 – Porcentagem de perdas de água nas regiões do Brasil.



Fonte: Adaptado SNIS (2018 e 2019b).

Na Figura 8, é constatado que a Região Nordeste foi a que teve a maior diminuição das perdas de água, com uma redução de 0,3% no ano, ainda assim sendo juntamente com a Região Norte, as únicas a estarem acima da média do país, que marca 0,20% a mais que no ano de 2017.

### 2.3.2 Esgotamento Sanitário

Muitos problemas ambientais e de saúde podem ser evitados com a coleta e o tratamento de esgoto, o problema é que o Brasil se mostra ineficiente nos dois casos, tendo 52,36% da sua população atendida pelo esgoto e apenas 46% desses sendo tratado. Sendo assim, uma grande parcela do esgoto brasileiro vai para os corpos hídricos. Dados apontam que cerca de 5622 piscinas olímpicas de esgoto são descartadas sem tratamento (TRATA BRASIL, 2019).

O processo de tratamento mais conhecido é feito na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), onde passa por etapas químicas, físicas e biológicas, esses são retornados para o ambiente não causando impacto negativos (TRATA BRASIL, 2019).

As águas geradas em casas têm 1% de sólidos e 99% de material líquido, assim a primeira etapa que esse material passa é o gradeamento, que possui de cinco a dez centímetros, impedindo a passagem de sólidos grandes. Logo após vem a desarenação, que ocorre a separação de organismos maiores e menores, removendo, na caixa de areia, os detritos que passaram na etapa anterior. As águas são destinadas para o decantador primário, que mistura o material orgânico sólido até ter a forma de lodo, essa passa por uma nova filtração, em uma peneira rotativa. Esse lodo é reutilizado como adubo e é retirado junto com a eliminação de bactérias e gases nocivos (TRATA BRASIL, 2019).

Ainda segundo o Trata Brasil (2019), para a próxima etapa a água já está livre de sólidos visíveis, sendo necessário a ação de seres microscópicos, no tanque de aeração, onde após passar por um processo bioquímico, os resíduos orgânicos se transformam em gás carbônico, finalizando a quantidade de matéria orgânica presente na água. É necessária uma nova filtração do lodo formado na fase anterior, passando por placas prensadas, esse material é submetido a um secador térmico e transportado para um aterro sanitário especializado, enquanto a água é devolvida para o meio ambiente, precisando passar pela ETA, para que se torne potável.

Uma outra forma de tratamento individual é a fossa séptica, opção para locais onde não existe atendimento da rede pública. Essa consiste em um buraco escavado no solo, normalmente com uma profundidade de 2,50 m e um diâmetro de 90 cm, que recebe dejetos e papel higiênico, evitando a presença de água, o material se decompõe na fossa por microrganismos sem a presença de gás oxigênio, a chamada digestão anaeróbica. Se ocorrer a presença de mau cheiro ou insetos é necessária uma cobertura dos dejetos com terra, cinzas ou cal, isso também é feito em caso de a fossa séptica ficar cheia, sendo necessário construir outra (TONETTI, 2018).

O sistema deve ser construído longe de poços, nascentes, rios ou riachos. E pode ser acrescentado um tubo de ventilação para evitar o acúmulo de gases. Em caso de fossa impermeabilizada, é denominada como fossa estanque, caso tenha duas câmaras independentes, utilizadas alternadamente e com intervalos suficientes para a degradação e mineralização da matéria orgânica, é titulado de fossa de fermentação (TONETTI et al.,2018).

Outro sistema individual utilizado é o tanque séptico, que recebe esgoto sanitário e doméstico, ele funciona por uma câmara que armazena o esgoto, por 12 a 24 horas, assim os sólidos sedimentam no fundo e óleos e gorduras flutuam, os chamados escuma. O lodo formado pelos materiais sólidos é onde se instala os micro-organismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica. O tanque é construído por anéis de concreto, alvenaria ou materiais que garantam a impermeabilização, normalmente com uma profundidade de 1,50 m. O líquido que sai do tanque precisa de um tratamento complementar, sendo o destino seguindo a legislação ambiental e as formas corretas de disposição final (TONETTI et al., 2018).

Caso o esgoto retorne sem o devido tratamento, nutrientes como fósforo e nitrogênio, causam a proliferação algas, que impedem a entrada da luz solar, além do que a matéria orgânica precisará ser decomposta, consumindo o oxigênio destinado aos peixes, prejudicando a vida dos animais, acontecendo o processo conhecido como eutrofização (TERA, 2017).

Outro problema seria o consumo dessa água, que com o a presença de fezes humanas e substâncias tóxicas, ocasiona uma série de doenças a população faz o uso. Doenças como cólera, disenteria, meningite, amebíase e hepatites A e B, são as mais comuns. O esgoto industrial ao ser despejado nos rios, contém metais pesados, e podem ocasionar tumores hepáticos e de tireoide, rinites alérgicas, dermatoses e alterações neurológicas (TERA, 2017).

Em cidades menores, para o tratamento de esgoto coletivo, podem se usar soluções como lagoa de estabilizações, essas possuem uma eficiência de 75% a 85% de remoção de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), quantidade de oxigênio consumido na degradação da matéria orgânica, quanto aos coliformes, chega a 99,99%. Sua eficiência é maior em lugares quentes e essas podem ser classificadas em lagoas anaeróbias, facultativas, aeróbias e de maturação (IERVOLINO, 2019).

Na lagoa anaeróbia é necessária a ausência de oxigênio dissolvido, temperatura acima de 15°C e pH entre 7,0 e 9,0. Após a passagem do esgoto na grade e na caixa de areia, é feita a conversão de matéria orgânica complexa em formas mais simples, passando para uma segunda etapa, onde a DBO é removida, sendo convertida em metano, gás carbônico e água, os gases seguem para a atmosfera. A lagoa facultativa recebe a água também após os tratamentos preliminares, a matéria orgânica segue para o fundo, que é convertido em gás carbônico, água,

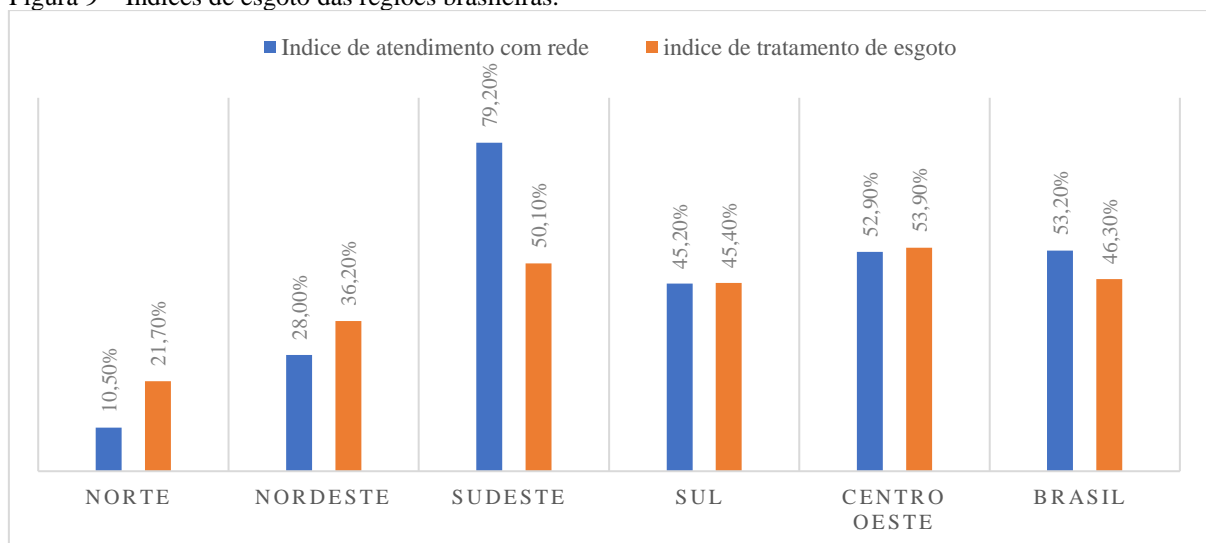
metano e outros, ocorrendo uma decomposição anaeróbica, enquanto a superfície da lagoa tem um comportamento aeróbio, existindo assim uma zona facultativa, que estabiliza a matéria orgânica (IERVOLINO, 2019).

A lagoa aeróbica, utiliza equipamentos que fazem a aeração e esses fornecem oxigênio para o meio líquido. Ainda são capazes de fazer uma mistura entre a DBO e os sólidos em suspensão, causando assim uma concentração de bactérias que consegue absorver a matéria orgânica de forma mais rápida, ainda assim, antes de ser lançado no corpo hídrico essa água, se recomenda a instalação de uma unidade de decantação, pois a biomassa permanece em suspensão (IERVOLINO, 2019).

As lagoas de maturação podem ser utilizadas após a passagem pelas lagoas citadas anteriormente, pois recebem afluente cuja DBO está praticamente estabilizada, sendo responsável pela remoção de bactérias, coliformes, vírus e ovos de helmintos, assim é opção econômica para a desinfecção das águas. Sua profundidade é baixa, permitindo a penetração da radiação solar, assim elevando o pH e concentração de oxigênio dissolvido (IERVOLINO, 2019).

A situação do Brasil é preocupante quando se trata de índice de coleta de esgotos e índice de tratamento. A Figura 9 mostra que a Região Sudeste é a única acima da média do Brasil, tendo 79,2% dos esgotos coletados, se unindo a Região Centro - Oeste quando se trata a esgoto tratado, sendo as únicas com médias maiores que a do país. A Região Norte mostra a situação mais preocupante, tanto quando se trata de coleta de esgoto, 10,5%, quanto ao tratamento, 21,7%, logo seguido do Nordeste e Sul, respectivamente.

Figura 9 – Índices de esgoto das regiões brasileiras.



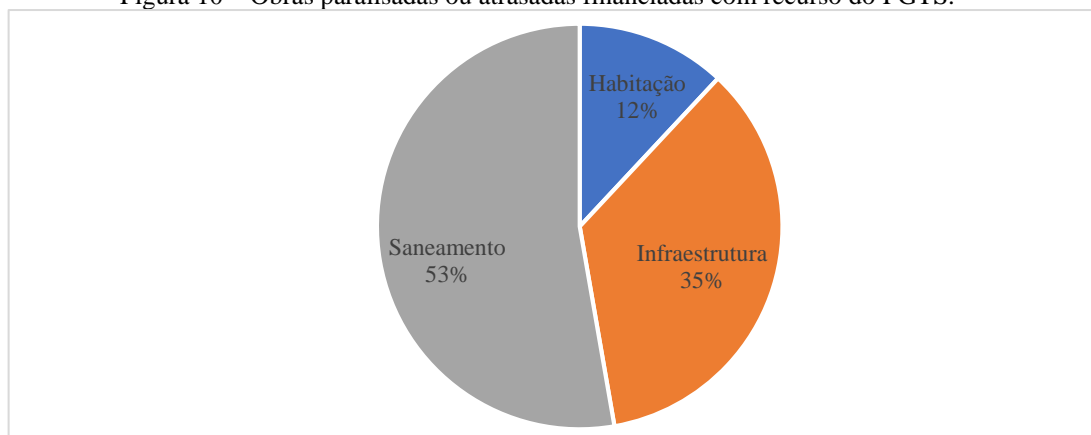
Fonte: Adaptado de SNIS (2019b).

No período de 2009 a 2014 foram investidos R\$ 9,4 bilhões, mas segundo a CNI, nesse período, para se alcançar a universalização em 2033, seriam necessários os investimentos de R\$ 15,2 bilhões. O percentual de execução para o que é previsto, em obras financiadas pelo FGTS, principal fonte de financiamento do setor e que opera os agentes financeiros da Caixa Econômica Federal, não chega a 70%, desde 2014, sendo alegado pelas empresas a burocracia para o dinheiro chegar aos cofres (MOTA, 2019).

Um outro problema constante é a baixa qualidade técnica dos projetos, que atrasam as construções precisando ser paralisadas. Em casos de obras de saneamento muitos aspectos precisam ser levados em consideração, como a estrutura do solo, os índices pluviométricos e a área de tendência a crescimento do município. Assim, as obras que não possuem essas informações tendem a ser pouco realistas, faltando dinheiro ou para a continuação ou para a manutenção (MOTA, 2019).

Com a crise hídrica, entre 2014 e 2015, foi necessário dar prioridade a obras que garantiam a segurança hídrica, sendo necessário ser reavaliado as ações de ampliação do sistema de esgotamento sanitário (MOTA, 2019). A Figura 10, mostra a quantidade de obras paralisadas, sendo as de saneamento as mais afetadas.

Figura 10 – Obras paralisadas ou atrasadas financiadas com recurso do FGTS.



Fonte: Adaptado BBC *apud* MOTA (2019).

### 2.3.3 Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos, diferentemente de rejeitos, são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados, que mesmo não contendo o valor ou necessidade de utilização, podem ser úteis, na sua forma original ou transformado em algo necessário para outras pessoas. Assim, a sua disposição final deve ser planejada, levando em conta suas especificações para o descarte seguro (PROTEGEER, 2018). A classificação envolve o processo de origem e a possível

destinação dos resíduos, como mostrados nos Quadro 7 e Quadro 8, com os respectivos materiais considerados em cada uma das classificações.

Quadro 7 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à destinação.

Classificação	Materiais
Resíduos Perigosos (Classe I)	Possíveis causadores de danos ao serem manipulados ou entrando em contato com outros resíduos. Exemplo: lubrificantes, serragem, graxa, pneus, materiais com resquícios de produtos químicos.
Resíduos não perigosos não inertes (Classe II -A)	Apresentam características de biodegradação. Exemplo: resto de madeiras, materiais têxteis, resíduos orgânicos e fibras de vidro.
Resíduos não perigosos inertes (Classe II - B)	Não oferecem riscos ao meio ambiente e a saúde pública, mas não são biodegradáveis ou solúveis e não alteram sua composição conforme o tempo. Exemplo: entulhos sucata de ferro e aço, plástico e latas de alumínio

Fonte: Adaptado de EOS (2020).

Quadro 8 – Classificação dos resíduos sólidos quanto a origem.

Classificação	Materiais
Resíduos hospitalares	Agulhas, luvas, máscaras e afins.
Resíduos agrícolas	Embalagens de agrotóxicos, leite excedente
Resíduos Industriais	Produtos químicos, metais, solventes, entre outros.
Resíduos comerciais	Embalagens de plásticos papelões, papéis e resto de alimentos
Construção civil	Tijolos, restos de madeira, canos.
Resíduos Domésticos	Lixo orgânico
Resíduos recicláveis	Alumínio, vidro, plástico
Resíduos não recicláveis	Fotografias, papéis engordurados e fraldas

Fonte: Adaptado EOS (2020).

A coleta mais conhecida desses resíduos é a porta-a-porta, onde são recolhidos resíduos comerciais, domésticos, recicláveis e não recicláveis, e a coleta por Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). A primeira pode ocorrer através do prestador de serviços, sendo ele público ou privado, ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis, já os PEVs são alocados em pontos estratégicos, próximos a conjuntos de residências ou instituições (BRASIL, 2020b).

Os materiais classe I, como são perigosos, precisam passar por processos de embalagem, transporte e identificação do veículo sobre o material transportado, sendo a sua destinação nos aterros para resíduos perigosos. Os de Classe II – A e II-B podem ser incinerados ou reciclados, o que não for reaproveitado, é descartado em aterros sanitários (EOS, 2020).

Os aterros classe I são normalmente cobertos, dispostos em valas, tendo a base impermeabilizada, composta por uma “camada de argila, geocomposto bentonítico, manta de polietileno de alta densidade (PEAD) de 2 mm, geotêxtil, geogrelha, geotêxtil, camada drenante com dreno testemunho”. Assim que acontece o preenchimento da vala, o uso é encerrado, colocando uma nova camada, com a finalidade de ser inserido espécies nativas (ESTRE, 2020).

Para a destinação e a reutilização de materiais é necessária uma coleta seletiva, separando-o em orgânicos ou úmidos e recicláveis ou secos, permitindo que o poder público possa encaminhar para unidades de triagem, onde ocorre a separação mais criteriosa e a compostagem, onde se transforma os resíduos orgânicos em fertilizantes para plantas e solo (PARANÁ, 2013).

Assim, segue para o aterro sanitário, apenas os rejeitos, onde se busca proteger as águas superficiais e subterrâneas, e isolar os materiais do mundo exterior. É feita uma impermeabilização do solo que irá receber, sendo necessário também um sistema de drenagem para que os fluídos e os gases não contaminem o lençol freático. Um caminhão carregado deposita o lixo no pé de uma rampa, logo depois é feito o espalhamento e a compactação com a passagem do trator de esteira, em seguida deve ser coberto a cada operação (FERREIRA, 2018).

O seu descarte incorreto gera grandes e nocivos efeitos ao meio ambiente, sendo sempre esperadas formas de como reduzir, reutilizar e reciclar, esses materiais, garantindo uma utilização de forma racional das matérias primas, água e energia. Uma das formas é a aproveitamento do resíduo, a geração de energia elétrica e calor, além de criar uma atividade produtiva, é possível praticar a sustentabilidade, que significa “Diminuir custos no processo de produção, minimizar os impactos ambientais e agregar valor à produção ou, ainda, dar condições de desenvolvimento para as pequenas comunidades rurais mais isoladas” (SEBRAE, 2020).

Contudo, a realidade do Brasil ainda são lixões, onde os resíduos são depositados sem nenhum tipo de tratamento, sendo a unidade de processamento de maior quantidade no país, com 1037 unidades, seguido de unidade de triagem, com 1030 unidades, como mostra o Quadro 9.

Quadro 9 – Unidades de processamento dos resíduos sólidos de cada região do Brasil.

<b>DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL POR REGIÃO</b>					
<b>Unidade de processamento</b>	<b>N</b>	<b>NE</b>	<b>SE</b>	<b>S</b>	<b>CO</b>
Lixão	154	588	85	33	177
Aterro Controlado	39	61	362	39	39
Aterro Sanitário	16	56	311	189	35



Unidade de triagem (galpão ou usina)	25	85	489	359	72
Unidade de compostagem (pátio ou usina)	1	4	50	12	3
Unidade de transbordo (RDO+RPU)	0	8	70	55	12
Unidade de tratamento por incineração	1	5	5	3	0
Unidade de manejo de galhadas e podas	1	6	13	15	0
Vala específica de RSS (Resíduos Serviços de Saúde)	4	7	5	0	1
Unidade de tratamento por micro-ondas ou autoclave	1	2	11	6	0
Queima em forno de qualquer tipo	1	0	0	0	0
Área de transbordo e triagem de RCC e volumosos (ATT)	1	7	20	22	1
Área de reciclagem de RCC (Resíduos de Construção Civil)	0	3	21	6	1
Aterro de RCC (aterros inertes)	1	3	41	16	5
Outro	3	59	162	17	10

Fonte: Adaptado do SNIS (2019a).

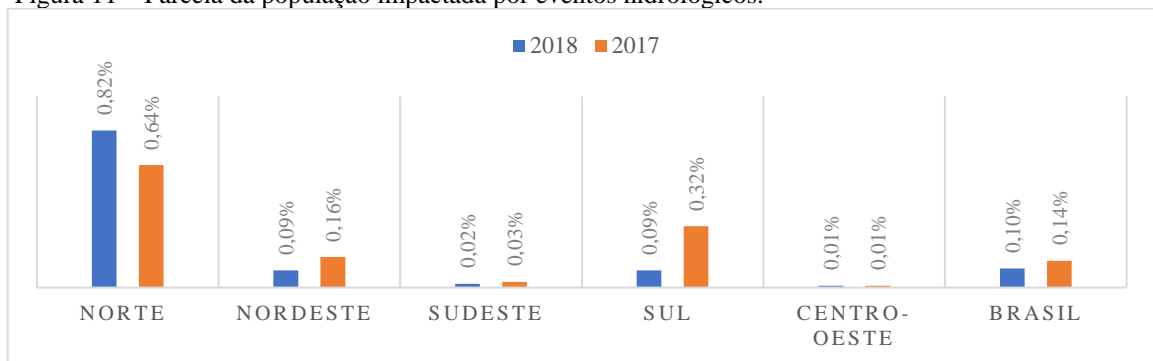
O Nordeste é a região que possui o maior número de lixões, 588, sendo a região Sul o de menor número, com apenas 33. É possível constatar que a região Norte e Centro-Oeste possui também como maior número de unidades de processamento, os lixões, sendo as regiões Sudeste e Sul as que possuem uma maioria de unidades de triagem. A problemática ainda é uma realidade muito próxima dos brasileiros, mesmo havendo, em 2010, aprovada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, o encerramento em 2014 desse tipo de destinação dos resíduos (VERDÉLIO, 2016), que passa por prorrogações e tem previsão de ser encerrado, com o novo Marco Legal do Saneamento Básico, apenas em 2021, para capitais e regiões metropolitanas, e 2024, para cidades com números de habitantes menores que 50 mil. (BRASIL, 2020)

Alguns municípios menores buscam consórcios para mudar a realidade de lixões e aterros controlados, o que é o caso de Timbó, e outros 13 municípios localizados no estado de Santa Catarina. A cidade de Timbó tinha o seu aterro sanitário, que virou parte do consórcio e hoje recebe os resíduos de outros municípios, que não possuíam o sistema, assim com uma divisão financeira, as 14 cidades também contam com serviços de disposição em aterro sanitário, coleta seletiva e triagem desses materiais, além de educação ambiental e ecopontos pela região (PANCHO, 2019).

#### 2.3.4 Drenagem urbana e manejo de águas pluviais

A drenagem urbana é o gerenciamento das águas da chuva. Com o crescimento das cidades e a impermeabilização de áreas de escoamento sem o devido planejamento, se tornou mais presente ocorrências como inundações, gerando alagamentos por várias partes das cidades. Um outro problema constante, é que com a chuva, podem acontecer enchentes, que são a elevação do nível de um rio, invadindo casas e ruas próximas, que tem normalmente suas plantações ao redor desmatadas (EOS, 2019b). A Figura 11, mostra o percentual da população impactada por eventos hidrológicos, onde a população da região Norte teve um crescimento de 2017 para 2018, se mantendo como a mais afetada e a região Centro-Oeste com o percentual próximo a zero.

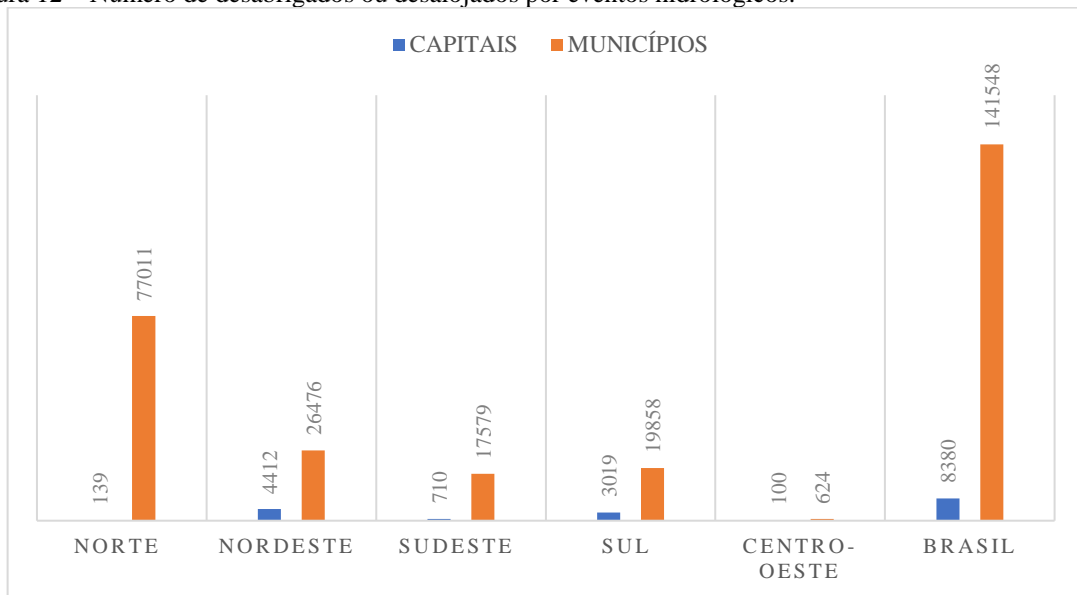
Figura 11 – Parcela da população impactada por eventos hidrológicos.



Fonte: Adaptado do SNIS (2019c).

A Figura 12 mostra o número de desabrigados ou desalojados por eventos hidrológicos, sendo dividido em capitais e municípios participantes do Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. A região Norte, sendo a mais afetada, também é a que possui um maior número de pessoas impactadas pelos eventos hidrológicos, concentrando a maior parte nos municípios, assim como o Centro-Oeste permanece com o menor número.

Figura 12 – Número de desabrigados ou desalojados por eventos hidrológicos.



Fonte: Adaptado do SNIS (2019c).

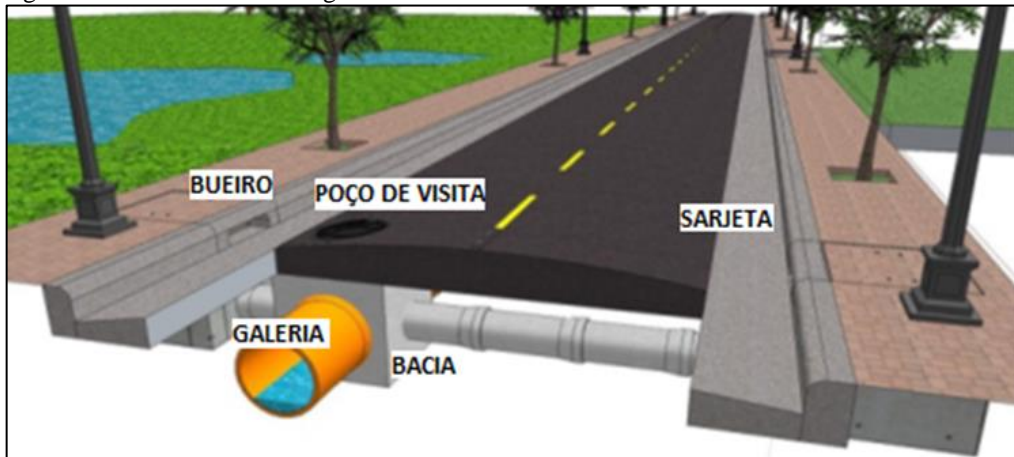
Quando se buscam soluções para o sistema, devem ser levadas em consideração as normas de cada município e as técnicas existentes para o escoamento da água. Essa deve percorrer até rios, mares e bacias, evitando assim os transtornos e buscando forma de abastecimento para a população. (EOS, 2019b) Um sistema de drenagem é dividido em microdrenagem e macrodrenagem, sendo o primeiro composto por “sarjeta, canaletas, captações, como bocas de lobo e bocas de leão, condutos de ligação e tubulações com diâmetro máximo de 0,8 m” (SNIS, 2019c).

As sarjetas estão localizadas nas laterais da pista, sua função é captar as águas, mantendo a integridade e segurança da via, possuem a forma triangular ou retangular. (DNIT,2004). As canaletas, normalmente fazem parte da drenagem de morros, e devem estar conectadas as redes de macrodrenagem (ALHEIROS, 2003). As bocas de lobo são localizadas normalmente em faixas de vias e vizinhas ao meio-fio, e captam as águas pluviais, se caracteriza como boca de leão quando apresenta três ou mais entradas, enquanto a boca de lobo, possui apenas uma (ECIVIL, 2020).

A macrodrenagem, é constituída por “canais (abertos ou fechados), galerias e tubulações com diâmetro mínimo de 1,0 m”, recebem a águas encaminhadas pela microdrenagem. Os canais são conhecidos como condutos livres, a água é conduzida através da pressão atmosférica. Já as galerias, são canais fechados, que possuem a forma de seção transversal. (SNIS, 2019c).

A Figura 13 indica alguns dos elementos dos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem.

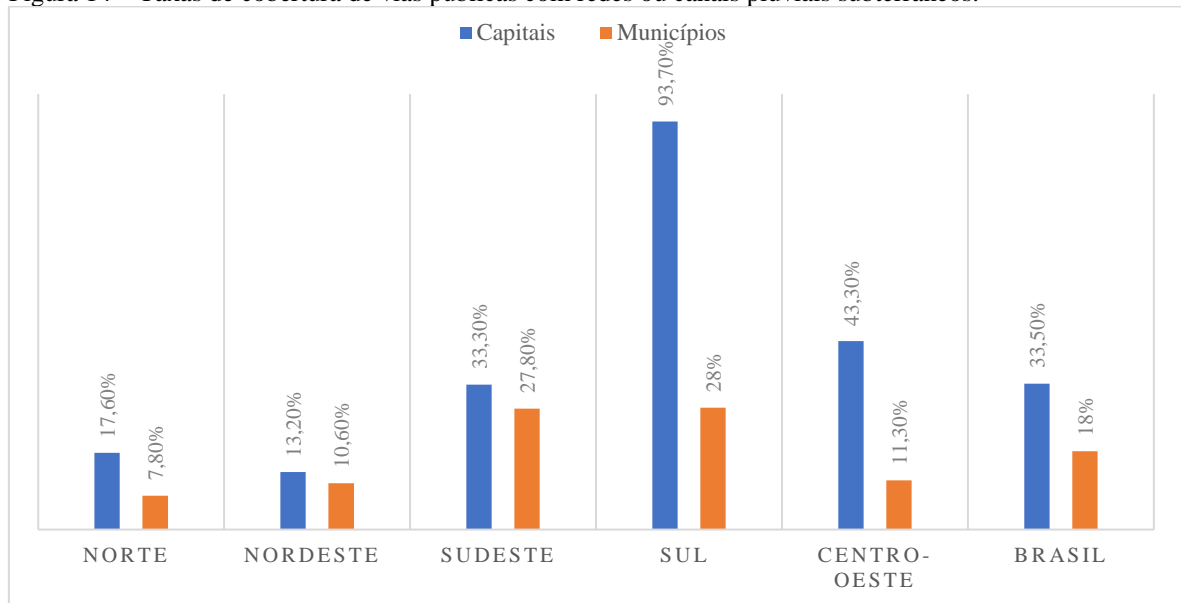
Figura 13 – Sistemas de drenagem utilizados em vias



Fonte: Costa; Maia, 2020.

Os números das taxas de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana, são surpreendentes nas capitais da região Sul, em nível Brasil, alcançando 93,7%, como mostra a Figura 14.

Figura 14 – Taxas de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos.



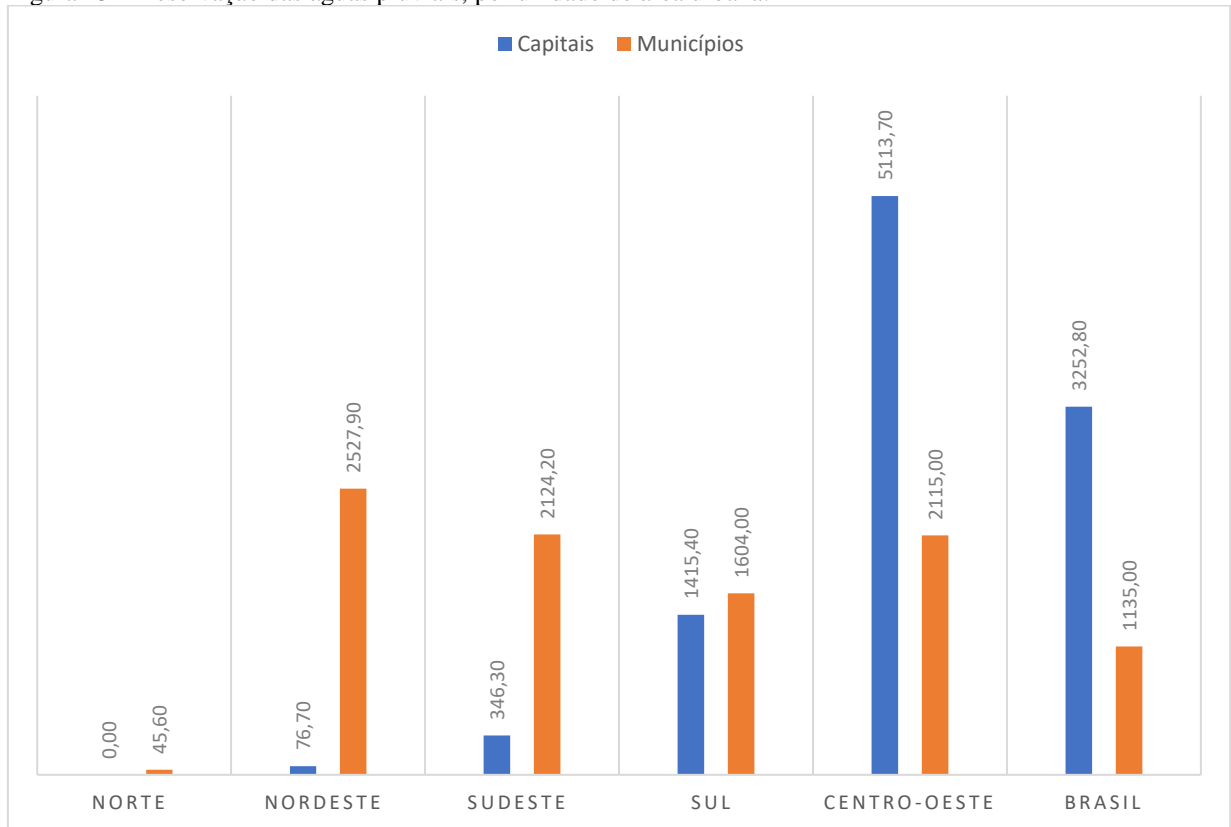
Fonte: SNIS (2019c).

Apesar do Centro-Oeste manter bons números em relação aos eventos hidrológicos, as médias dos municípios participantes do diagnóstico, é baixo a nível Brasil. A região que menos possui esse tipo de sistemas nas capitais é o Nordeste, em relação aos municípios a pior situação é a da região Norte.

Quanto ao volume de reservação das águas pluviais, por unidade de área urbana, mostrado na Figura 15, a Região Norte não possui indicadores para essa categoria nas capitais, sendo essa também a única região responsável por baixar a média do Brasil, quanto aos municípios. Em regiões como Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, a variação quanto aos

municípios participantes do diagnóstico é pequena, entretanto quando passa para as capitais, há um destaque da região Centro-Oeste, sendo essa a responsável por elevar a média brasileira e um baixo registro no Nordeste. No Sul, é possível observar um equilíbrio entre capitais e municípios.

Figura 15 – Reservação das águas pluviais, por unidade de área urbana.



Fonte: Adaptado do SNIS (2019c).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Tipologia da pesquisa

Segundo Yin (1994), um estudo de casos é aquele que “investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu conceito de vida real, especialmente quando as fronteiras entre fenômeno e contextos não são claramente evidentes”. Neste caso, o estudo se inicia com um projeto de investigação e logo após um plano, tendo como o objetivo de ligar os dados experimentais a uma conclusão.

A identificação de um problema precisa ser bem descrita, sabendo que eles podem estar em valores, sendo necessário um bom entendimento deles, isso se não estiverem incompletos, podem não haver apenas uma conclusão e assim também dependem de prazos para que haja uma solução, essa que pode ocorrer sendo necessária a mudança da situação atual e inovando, o que torna difícil. (MARCONDES et al., 2017)

Um estudo de casos não ocorre necessariamente dentro de uma biblioteca, também é essencial uma pesquisa de campo. Fazendo uma investigação, é possível obter resultados e compreender causas, sendo essa a utilidade de um estudo desse tipo, explicar uma ocorrência. Após a coleta e uma análise de dados, se pode gerar conhecimento de uma situação. (TUMELERO, 2017). A abordagem de uma pesquisa científica pode ser dividida em quantitativa, qualitativa e quali-quantitativa. A classificação depende dos dados e do objetivo, como mostra no Quadro 10.

Quadro 10 – Tipos de abordagem na pesquisa científica.

ABORDAGENS NA PESQUISA CIENTÍFICA		
QUANTITATIVA	QUALITATIVA	QUALI-QUANTI
Utilização de medidas	Qualificação dos dados	Mescla as duas abordagens, tendo uma parte qualitativa e outra quantitativa
Busca por resultados quantificáveis	Avaliação da qualidade das informações	Primeiro é conduzida a fase qualitativa para compreender o fenômeno
Não se preocupa com a qualificação dos dados	Percepção dos atores sociais	Depois, é aplicada a parte quantitativa, que requer tabulação para compreender os dados
Uso de estatística	Não se preocupa com medidas	
Objetivo	Subjetivo	
O objetivo é medir - Quanto?	O objetivo é compreender - Por quê?	
Dados numéricos	Dados em textos ou imagens	

Fonte: Regras para TCC (2020).

Dessa forma, esta pesquisa enquadra-se na tipologia de quali-quanti, onde se qualifica como qualitativa com dados estatísticos buscam entender o porquê e compreender o fenômeno, aplicando logo após a pesquisa quantitativa com um estudo do objeto de caráter explicativo.

### 3.2 Caracterização da área de estudo

O município de Tamboril foi criado em 1854, adotou esse nome devido a uma árvore existente na região. A cidade que está localizada no Centro-Oeste do estado, fica a 239 km da capital Fortaleza (IPECE, 2017), e possui uma área absoluta de 2.014,543 km<sup>2</sup> (IBGE, 2020). Tamboril faz parte da Mesorregião dos Sertões Cearenses (Figura 16) e Microrregião do Sertão de Crateús, possui além da sua sede, outros sete distritos: Açudinho, Boa Esperança, Carvalho, Curatis, Holanda, Oliveiras e Sucesso (IPECE, 2017).

Figura 16 – Localização de Tamboril em relação ao estado do Ceará.



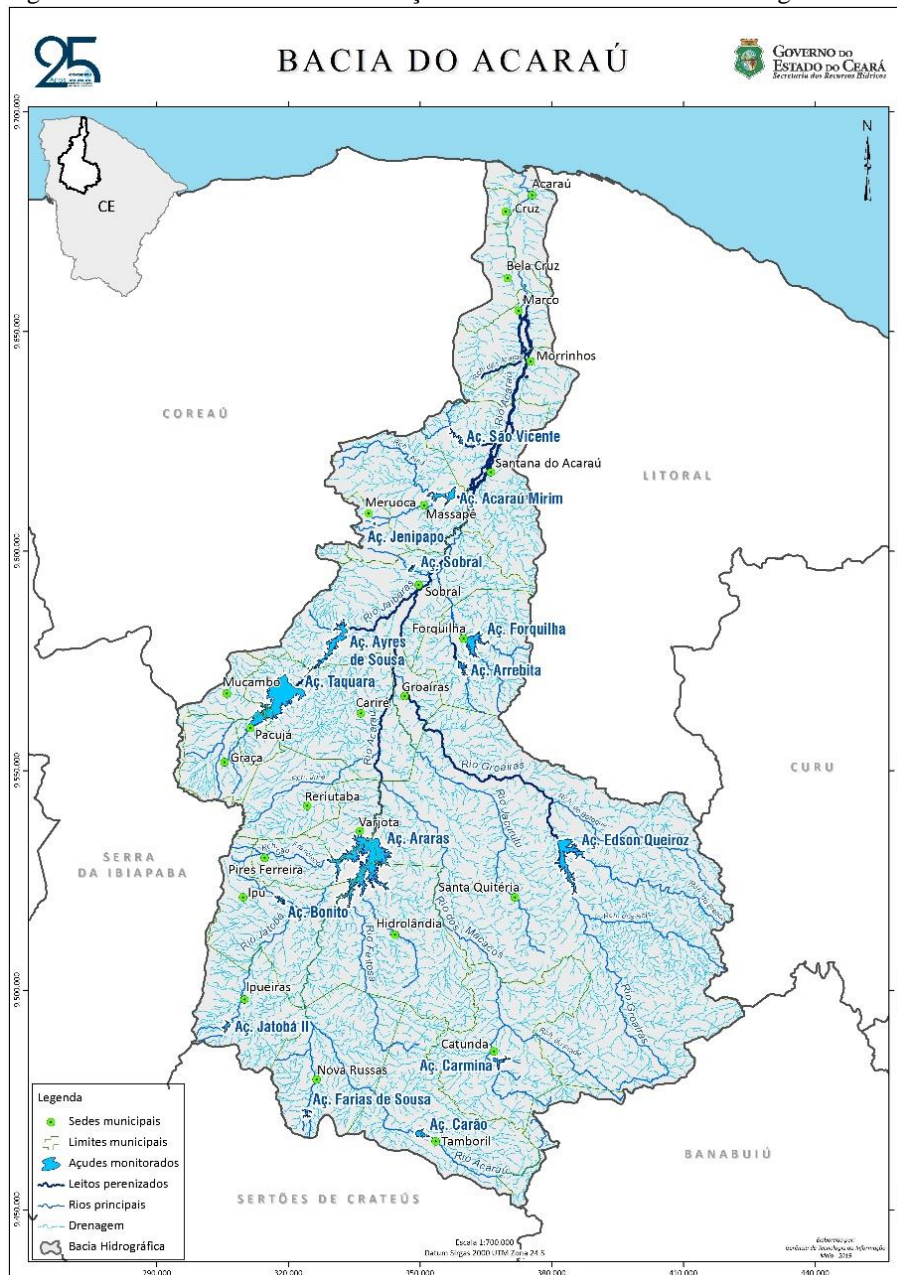
Fonte: IBGE (2020).

Uma das características ambientais, é o clima tropical quente semiárido, com temperaturas médias entre 26°C e 28°C e pluviosidade média de 685,7 mm, distribuídos no período chuvoso que ocorre, geralmente, de janeiro a abril. Seu relevo é caracterizado por

depressões sertanejas e maciço residuais, com vegetação caatinga arbustiva aberta, floresta caducifolia espinhosa e floresta subcaducifolia tropical pluvial, seu solo é caracterizado por bruno não cálcico, solos litólicos, planossolo solódico e podzólico vermelho-amarelo. Em seu território há duas bacias hidrográficas, sendo elas bacia do Acaraú e dos Sertões de Crateus (IPECE, 2017).

O principal açude de Tamboril é o Carão, está localizado na sede do município e possui uma capacidade de 26.230.000 m<sup>3</sup>, ele ocupa o sul da Bacia do Acaraú, como mostra a Figura 17 (SRH, 2020).

Figura 17 – Bacia do Acaraú com o Açude Carão localizado no sul da região.





O município conta também com o Açude João José de Castro, conhecido por Sucesso, o nome do distrito o qual está localizado, o volume suportado é de 10.000.000 m<sup>3</sup> (SRH, 2020). Esse por estar ao sul do município, se situa ao norte da Bacia dos Sertões de Crateús, como mostrado na Figura 18.

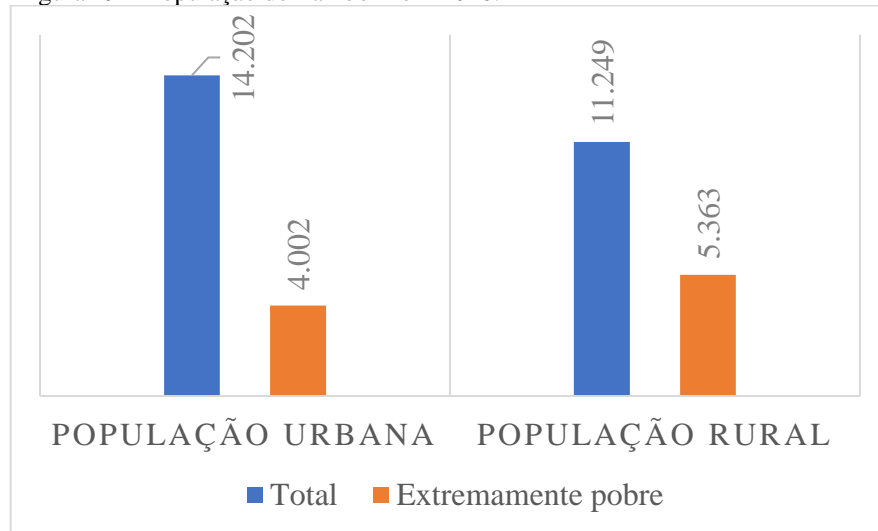
Figura 18 – Bacia dos Sertões de Crateús com o Açude Sucesso ao norte da região.



Fonte: COGERH (2020).

O Índice de Desenvolvimento Humano, que se baseia nos parâmetros de saúde, educação e renda, é de 0,580. A população de Tamboril, no último censo do IBGE, tinha cerca de 25.451 habitantes, sendo a sua maioria urbana, alcançando 55,80% do total (Figura 19) (IBGE, 2020).

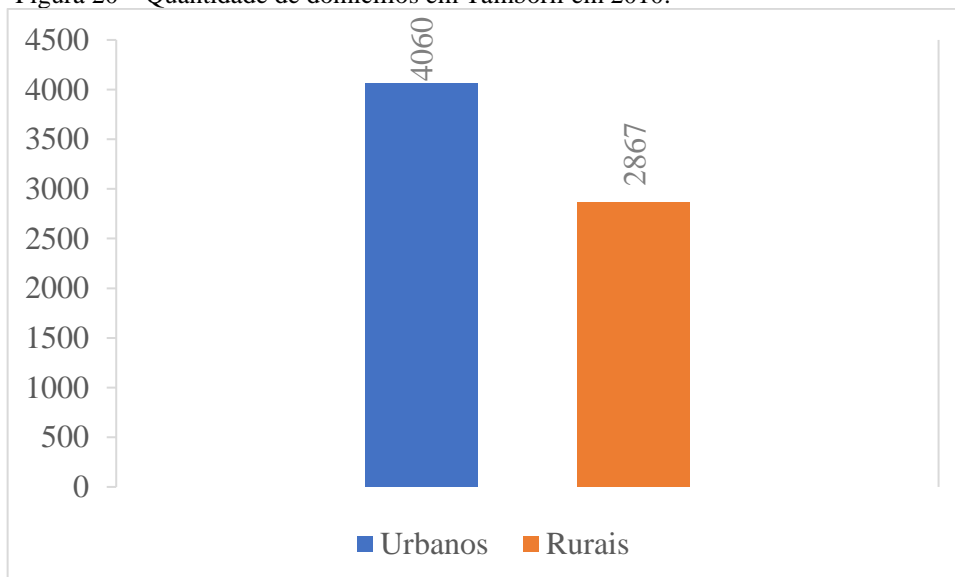
Figura 19 – População de Tamboril em 2010.



Fonte: Adaptado IPECE (2017).

A população urbana possui 4.002 habitantes que vivem em extrema pobreza, na área rural esse cenário piora, chegando a quase metade dos residentes nessa situação. O município tem uma densidade demográfica de 12,98 hab/km<sup>2</sup>, assim essas pessoas ocupam um total de 6.927 domicílios, como mostra a Figura 20.

Figura 20 – Quantidade de domicílios em Tamboril em 2010.

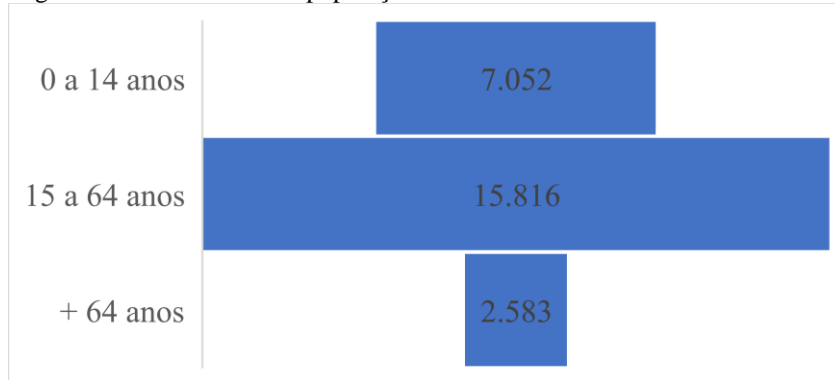


Fonte: Adaptado IPECE (2017).

Acompanhando o número de habitantes, a quantidade de domicílios na área urbana é maior, sendo aproximadamente 58,61% das residências totais de Tamboril. A população que

reside nesse município está em sua maioria na faixa etária de 15 a 64 anos, como mostra a Figura 21.

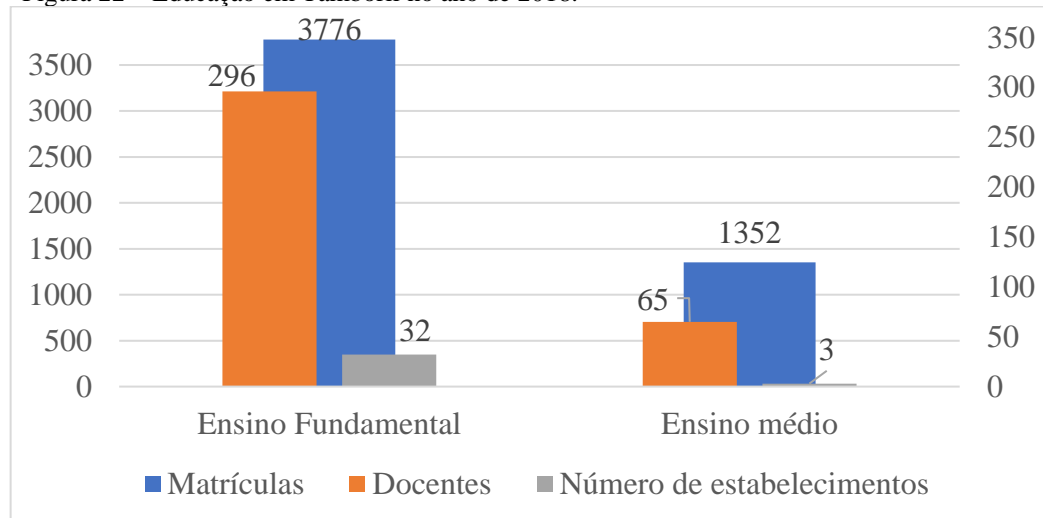
Figura 21 – Faixa etária da população de Tamboril no ano de 2010.



Fonte: Adaptado Ceará (2018).

A população idosa é a minoria no município, sendo apenas 2.583 pessoas, seguido dos habitantes entre 0 e 14 anos. Assim, a maioria da população ainda está em uma faixa de permanecer economicamente ativa ou estudando. A Figura 22 mostra os números de educação em Tamboril.

Figura 22 – Educação em Tamboril no ano de 2018.



Fonte: Adaptado IBGE (2020).

O município possui 32 escolas com o ensino fundamental, essas receberam 3.776 matrículas e contam com cerca de 296 docentes. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, IDEB, nos anos iniciais desse período escolar é de 6 e nos anos finais apenas 4,5. Os números de escolas de ensino médio são menores, contando com 3 escolas, 1352 matrículas e 65 docentes.

A saúde do município é pública, contendo 17 unidades de saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde, SUS, essas contam com uma variedade de profissionais, como médicos,

dentistas, enfermeiros e outros profissionais de saúde de nível superior e médio e agentes comunitários de saúde, como mostra no Quadro 11 (IPECE, 2017).

Quadro 11 – Profissionais de saúde ligados ao SUS no município de Tamboril.

Profissionais de saúde	2016	2012	2007
Médicos	30	29	25
Dentistas	9	10	14
Enfermeiros	22	22	15
Outros profissionais de saúde/nível superior	24	21	12
Agentes comunitários de saúde	54	56	64
Outros profissionais de saúde/ nível médio	63	78	48

Fonte: Adaptado IPECE (2017).

Tamboril registrou no ano de 2016 um total de 3,2 internações de diarreia por mil habitantes (IBGE, 2020), além de casos de doenças de notificação compulsória, sendo a chikungunya e dengue, respectivamente, as de maiores números, como evidencia o Quadro 12. Ainda segundo o IBGE (2020), a taxa de mortalidade infantil em 2017 foi a menor da microrregião, com 3,5 óbitos por mil nascidos vivos.

Quadro 12 – Casos confirmados de doenças em Tamboril.

Doenças	2016	2012	2007
AIDS	1	0	0
Chikungunya	144	0	0
Dengue	70	5	7
Hepatite viral	2	0	0
Hanseníase	1	3	5
Leptospirose	1	0	0
Tuberculose	9	7	5
Zika	1	0	0

Fonte: Adaptado IPECE (2017, 2013 e 2009).

É possível observar em todos os anos o registro de dengue, hanseníase e tuberculose, sendo as outras doenças anotadas apenas em 2016.

Quanto as atividades desenvolvidas pelos tamborilenses, seus empregos sempre foram de maioria gerados pela administração pública, como indica o Quadro 13.

Quadro 13 – Número de empregos formais em Tamboril.

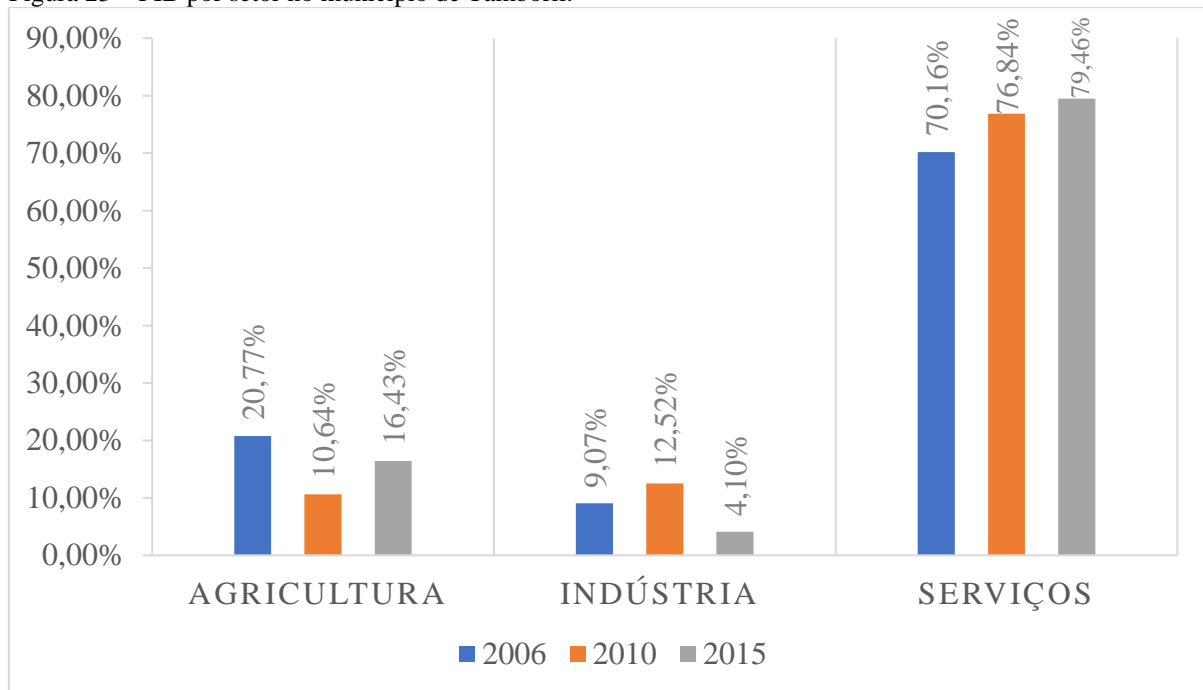
Empregos formais	2016	2012	2007
Administração pública	1.048	1.139	1.330
Comércio	105	79	31
Serviços	57	28	33
Construção civil	10	5	4
Indústria de Transformação	7	5	0
Serviços industriais de utilidade pública	1	0	0
Extrativa Mineral	0	0	7

Fonte: Adaptado IPECE (2017, 2013 e 2009).

É possível identificar todos os anos a administração pública como a maior geradora de empregos, seguido do comércio que sempre esteve em crescimento, continuamente pelos serviços que em 2007 era a segunda principal atividade, caindo em 2012 e voltando a ter um crescimento significativo em 2016.

O Produto Internacional Bruto, PIB, de Tamboril é de R\$ 7.880,91, sendo a maior parte das receitas oriundas de fontes externas, com uma taxa de 96,3% (IBGE, 2020). O setor que mais contribui com o crescimento do PIB é o setor de serviços, como mostra a Figura 23.

Figura 23 – PIB por setor no município de Tamboril.



Fonte: Adaptado IPECE (2017, 2013 e 2009).

O serviço sempre foi o maior responsável por arrecadação, já a agricultura e indústria variavam. Em 2012, a agricultura obteve uma queda, assim a indústria ocupou o segundo lugar. Porém o cenário foi modificado em 2015, com um aumento de 5,79% na agricultura e uma queda de 8,42% na indústria.

### 3.3 Etapas da Pesquisa

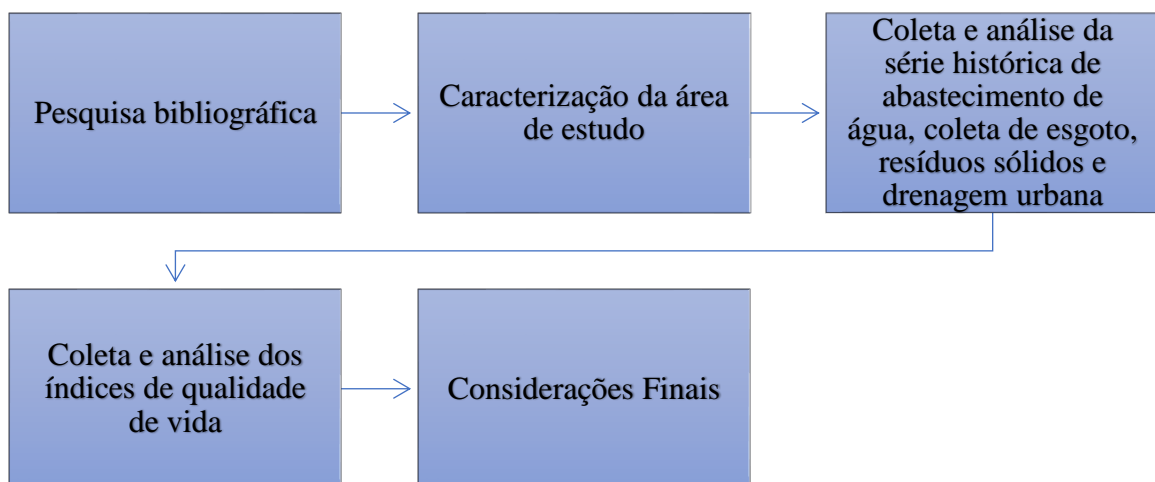
A pesquisa foi iniciada com o referencial teórico que traz a definição de saneamento básico e a sua história desde o início da humanidade, sendo citadas grandes obras que contribuíram para o presente momento, compreendendo como países conseguiram conquistar bons números e até indignação da população quanto as escolhas políticas, além da explicação de cada um dos serviços considerados pela lei como saneamento básico.

A segunda etapa consiste na caracterização do objeto de estudo, onde é apresentada as características gerais de localização, aspectos ambientais, como clima, pluviometria, solo, vegetação e bacias hidrográficas. Além dos dados de abastecimento de água, esgoto e resíduos sólidos.

A coleta de dados foi realizada com amostras e relatórios fotográficos, sendo uma pesquisa documental, esses caracterizados como documentação direta, sendo sua pesquisa de campo, observando fatos e fenômenos.

Com a obtenção dos resultados, é possível fazer uma análise da situação atual do abastecimento de água, da coleta de esgoto e da coleta e manejo dos resíduos sólidos do município de Tamboril.

Figura 24 – Fluxograma simplificado da metodologia do trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

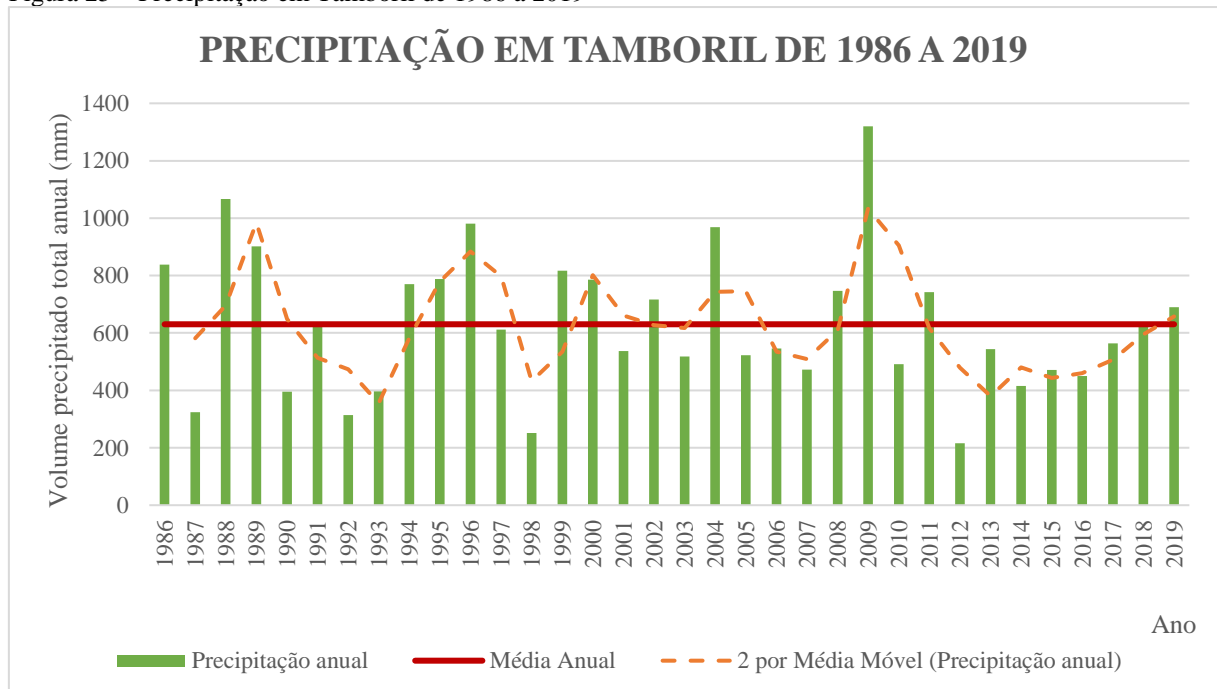
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A coleta de dados foi realizada da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, FUNCEME, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, e diretamente da Prefeitura de Tamboril, da Secretária de Obras, Transportes e Serviços Públicos e da Secretaria de Agricultura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente.

O município, quanto ao saneamento básico, se restringe ao abastecimento de água e resíduos sólidos. O esgotamento sanitário da cidade é precário e há alguns anos já não ocorre tratamento. A drenagem urbana do município, contém poucas vias com o sistema, essas se concentram, em sua maioria, na sede Tamboril.

Uma das influências de projeto de sistemas hídricos, é a precipitação de uma cidade, sendo assim, é necessário entender a situação de Tamboril. A FUNCEME possui postos dispersos pelo município, sendo eles em Tamboril, Sucesso, Boa Esperança, Curatis, Oliveira, São Monte Alegre e Fazenda Nova, esse último acrescentado apenas em 2017. A Figura 25 mostra a precipitação anual entre os anos de 1986 e 2019, coletada no posto de Tamboril, assim a sede teve uma precipitação média de 630,28 mm (FUNCEME, 2020).

Figura 25 – Precipitação em Tamboril de 1986 a 2019



Fonte: adaptado FUNCEME (2020).

Entre 1988 e 2004, é possível observar que o município teve um período de retorno, “intervalo de tempo para que uma chuva de intensidade e duração definidas seja igualada ou superada” (DNIT,2012), regular. Após o ano de 2009, onde a precipitação passou de 1200 mm,



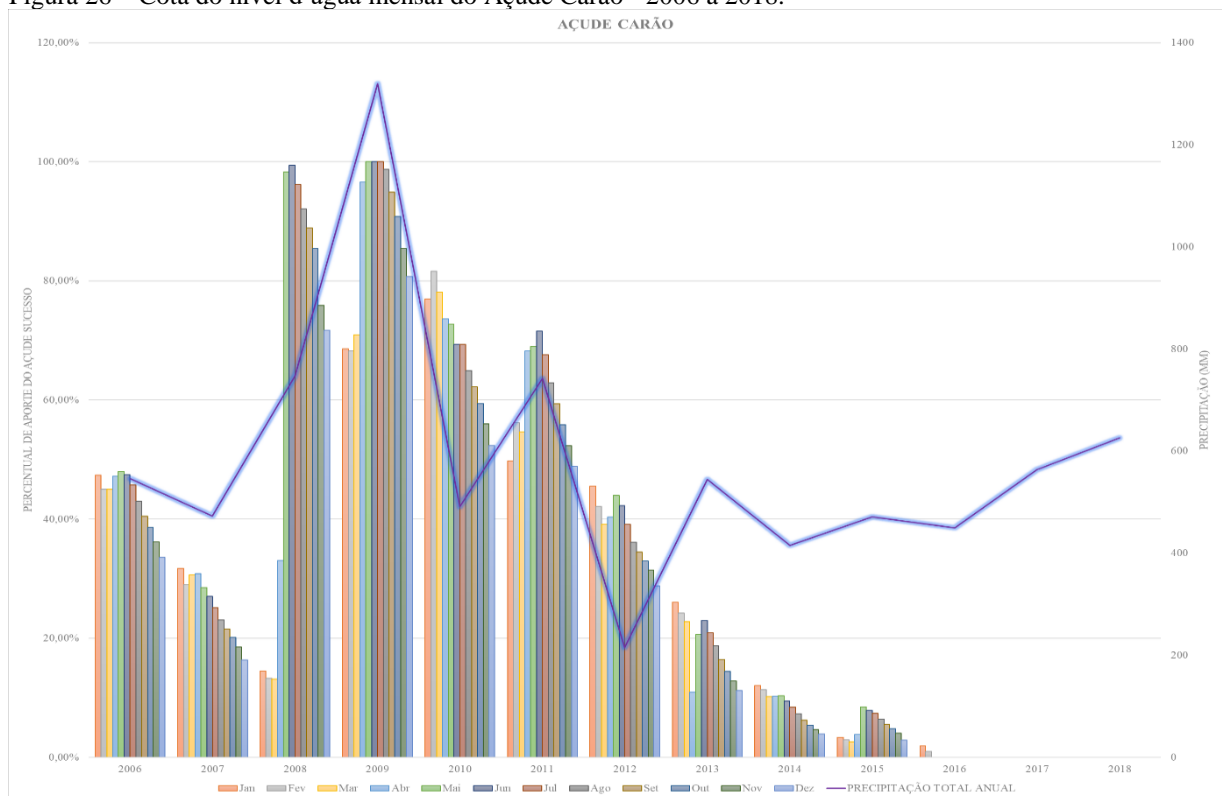
e o ano de 2011, que foi acima da média, ocorreram baixas precipitações nos anos seguintes, conseguindo passar novamente da média apenas em 2019.

#### 4.1 Abastecimento de água em Tamboril

As informações dessa seção foram retiradas do Instituto Brasileiro de Informações e Estatísticas, IBGE, da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, FUNCEME, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, do Perfil Básico Municipal de 2006 e 2017, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa e Estatística Econômica do Ceará, IPECE, e de dados disponibilizados pela Secretaria de Agricultura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente.

O abastecimento do município de Tamboril depende, na sua maior parte, do açude Carão, localizado na sede, com a capacidade de 26.230.000 m<sup>3</sup> e do Açude de Sucesso, localizado no Distrito de Sucesso, com a capacidade de 6.600.000 m<sup>3</sup> (FUNCEME, 2020). A Figura 26, mostra a relação entre a média de precipitação anual no município entre os anos de 2006 e 2018 e o percentual de volume armazenado do Açude Carão ao final de cada mês no decorrer dos anos.

Figura 26 – Cota do nível d'água mensal do Açude Carão - 2006 a 2018.



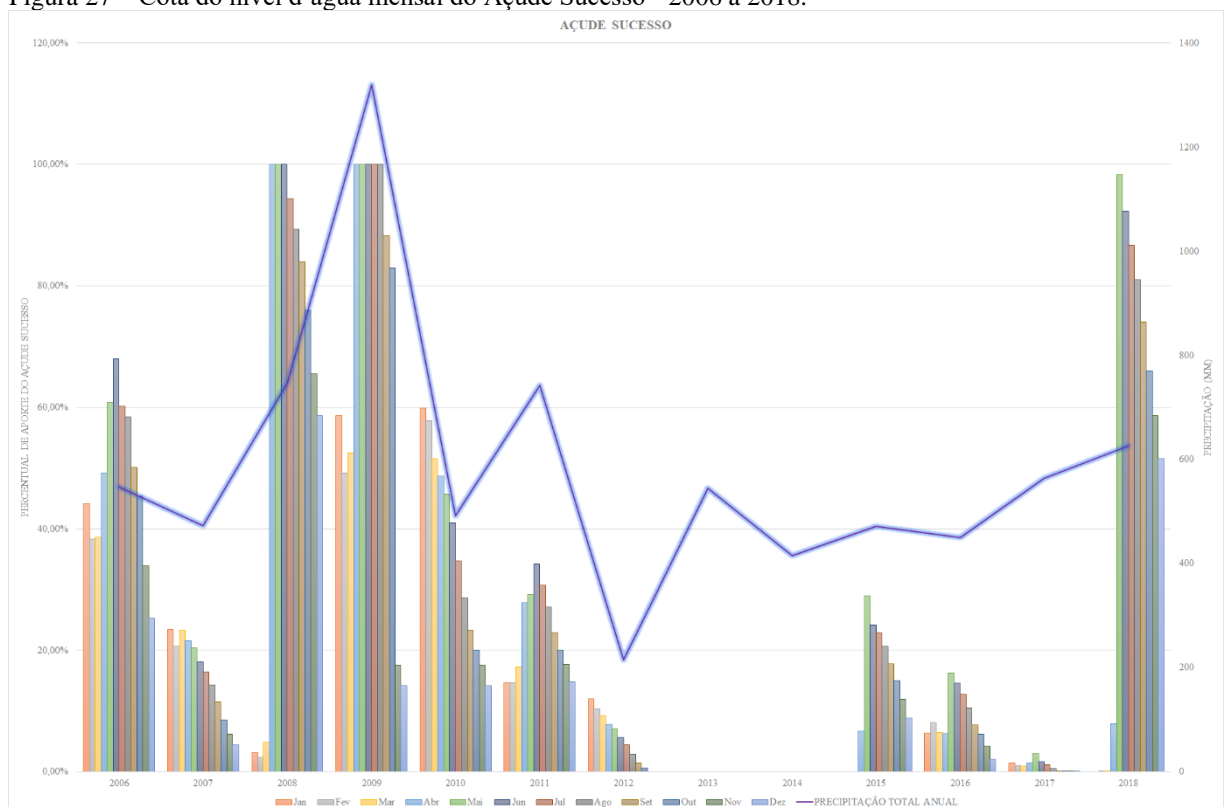
Fonte: Elaborado pela Autora (2021).



Considerando a partir do ano de 2006, apenas nos anos de 2008, 2009 e 2011 o município obteve precipitações acima da média, sendo em maio de 2008 e junho de 2009 o período em que o açude Carão atingiu sua cota máxima (FUNCEME, 2020). O açude, parou de abastecer a cidade em dezembro de 2014, quando chegou a apenas 3% da sua capacidade (BLOG MANUEL SALES, 2014). Em março de 2016, o Carão chegou ao seu nível 0, devido a sequência de períodos chuvosos com poucas precipitações, com o retorno de água apenas em abril de 2019.

A Figura 27 mostra a relação entre a média de precipitação anual no município entre os anos de 2006 e 2018 e o percentual de volume armazenado do Açude Sucesso ao final de cada mês no decorrer dos anos.

Figura 27 – Cota do nível d'água mensal do Açude Sucesso - 2006 a 2018.

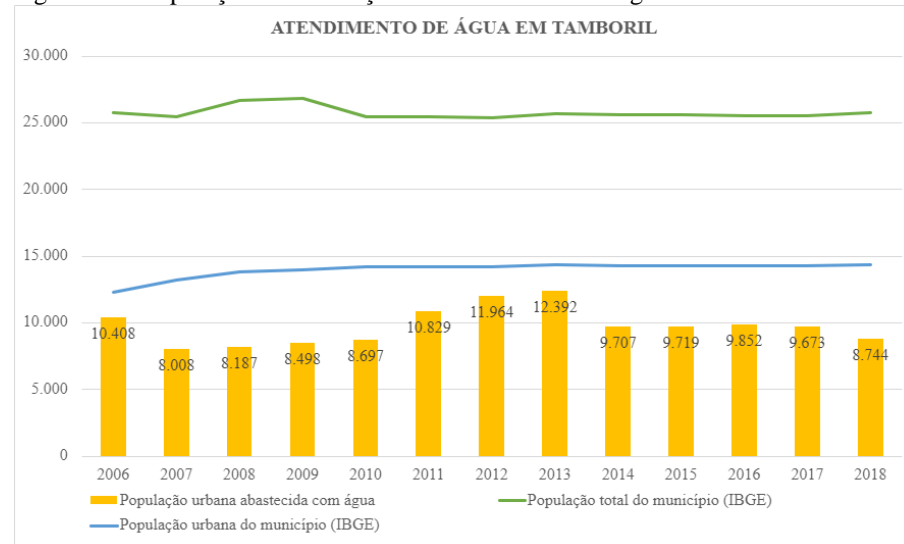


Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

O açude de Sucesso, que abastece o distrito, em janeiro de 2008 estava com apenas 2% da sua capacidade, porém, em junho desse mesmo ano chegou ao seu nível máximo, alcançando essa marca também em março de 2009. Com um período chuvoso abaixo da média nos anos de 2010 e 2012, o açude Sucesso chegou a 0% da sua capacidade em dezembro de 2012, retornando a abastecer a cidade apenas em 2015 (BLOG MANUEL SALES, 2015). Desde 2018, no período chuvoso da cidade, o açude consegue atingir a sua capacidade máxima.

A capacidade dos açudes teve influência direta no atendimento ao abastecimento de água da população da sede Tamboril e do distrito de Sucesso, que durante alguns anos dependeu exclusivamente de poços. A população total e urbana do município se manteve praticamente constante desde 2010, como mostra a Figura 28, contudo, o abastecimento de água não seguiu a tendência, variando a cada ano.

Figura 28 – População com serviço de abastecimento de água.

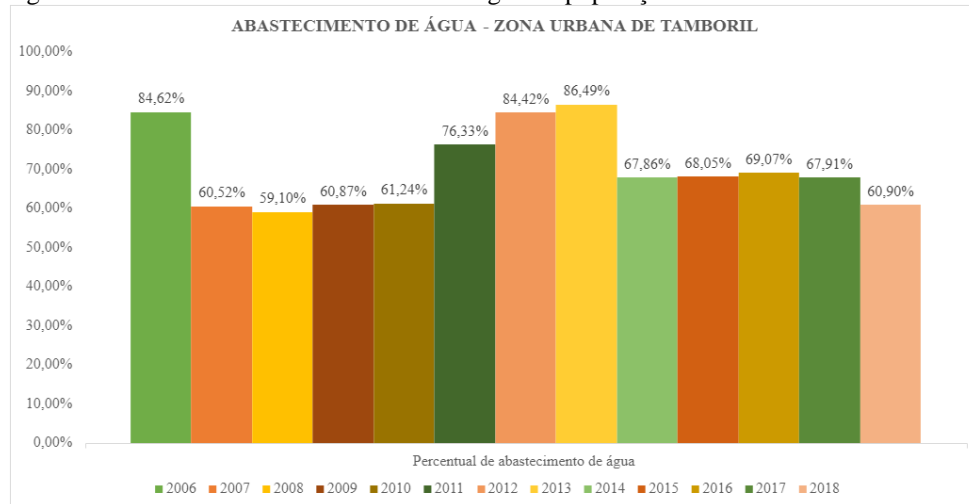


Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

O crescimento da população urbana seguiu a mesma tendência do crescimento da população total, exceto nos anos de 2006, 2007, 2009 e 2010, onde apenas os habitantes da zona urbana cresceram. É possível identificar uma queda no abastecimento de habitantes durante os anos de 2006 para 2007, em que a população urbana cresceu, 2013 para 2014, ano que o açude de Sucesso estava com o volume de 0%, e 2017 para 2018, ano que o Açude Carão estava seco e a população urbana, que desde 2013 estava em queda, voltou a crescer.

A Figura 29, mostra a relação entre população urbana e a população urbana abastecida. Um fator que inicialmente teve influência direta na diminuição do abastecimento, foi a mudança do comportamento social dos moradores da área urbana, que diminuíram a quantidade de pessoas por domicílios e se dispersaram no território urbano do município.

Figura 29 – Percentual de abastecimento de água da população urbana em Tamboril.



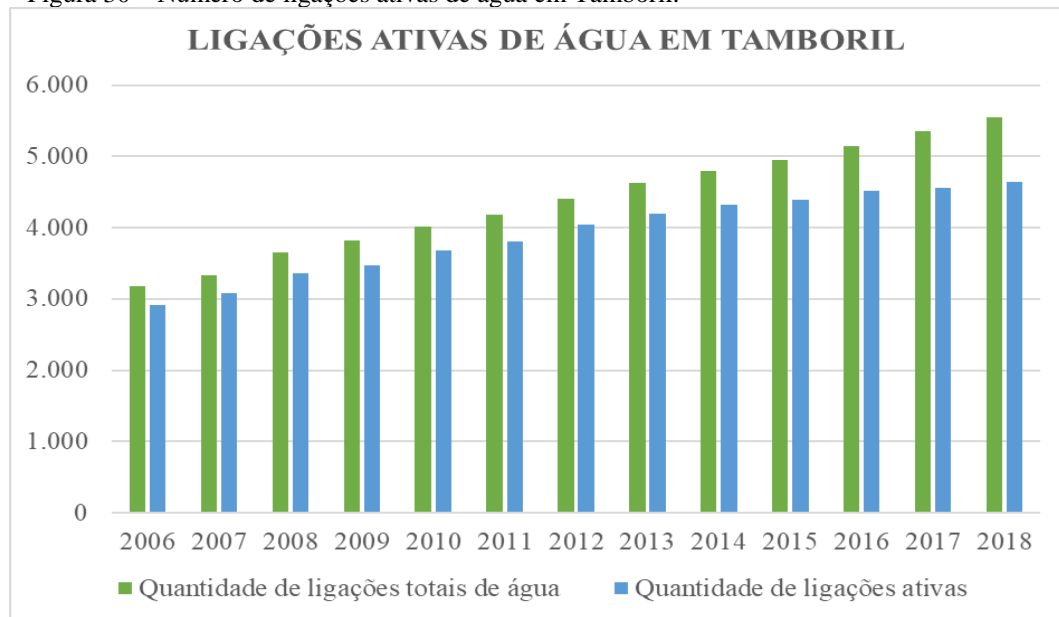
Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Nota-se que, no ano de 2007, com o crescimento da população urbana, ocorreu uma taxa de diminuição de pessoas abastecidas, que antes era de 84,62%, passando para apenas 60,52%, continuando em queda no ano seguinte. Em 2008, o crescimento de pessoas na área urbana continuou aumentando, mesmo com os dois açudes atingindo sua cota máxima, o número de abastecimento diminuiu, chegando a 59,10%, podendo concluir que o abastecimento não foi acompanhado pela urbanização do município. Sendo restabelecido esse número de forma vagarosa até 2010, e quando o crescimento dos habitantes se manteve constante, conseguiu assim alcançar o seu máximo de pessoas com acesso a esse serviço, no ano de 2013, com 86,49% da população urbana abastecida.

Em 2014, ocorreu uma queda para 67,86%, com uma grande influência da crise hídrica enfrentada pelo município, já que a população se manteve constante nesse período. O que voltou a ocorrer em 2017 e 2018, com, respectivamente, 67,91% e 60,90%, da população abastecida, anos em que o açude Carão estava com a capacidade de 0% e que a população urbana cresceu, assim não sendo acompanhado novamente pela urbanização da cidade, já que no ano de 2018 a população cresceu novamente.

Na Figura 30, é apresentado o número de ligações ativas em Tamboril. Nota-se que em todos os anos houve um crescimento linear, dessa forma, não sofrendo interferência do volume dos açudes, o que demonstra que existiu um aumento do número de casas abastecidas, mas como mostrado nas figuras anteriores, o número de população não acompanhou, desse modo, é possível concluir que a mudança no comportamento social, da redução de pessoas por casa, interferiu na quantidade de pessoas abastecidas por água. Segundo o Perfil Municipal Básico, em 2000 a quantidade de pessoas por casa era em média de 4,35 moradores, enquanto em 2010 esse número baixou para 3,67 residentes.

Figura 30 – Número de ligações ativas de água em Tamboril.

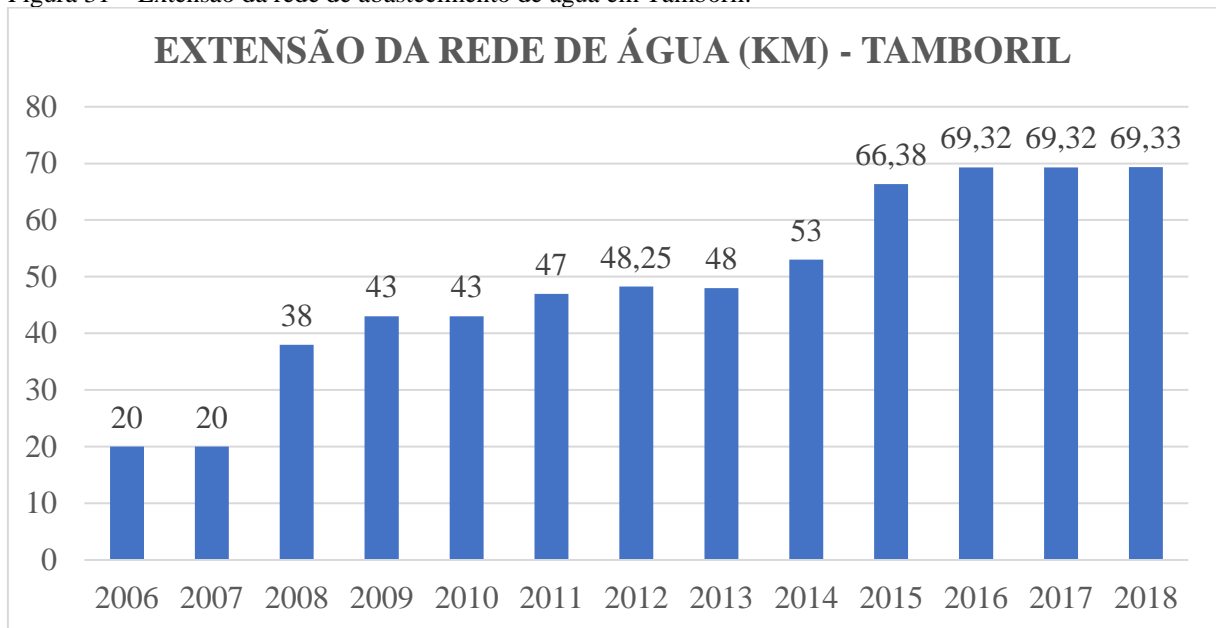


Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Apesar da queda de pessoas abastecidas em 2007, mesmo com o aumento da população, houve um crescimento de 173 ligações ativas em relação ao ano anterior. No ano de 2008, foram 275 a mais em relação a 2007, ainda assim a queda continuou. Em 2013, quando o número da população urbana abastecida voltou a ter um crescimento expressivo, chegando ao seu máximo, foram feitas 146 a mais do que 2012. O menor número de novas ligações ativas foi no ano de 2017, com apenas 49 ligações, ano que voltou a diminuir o número de pessoas abastecidas. Seguido do ano de 2018, onde os habitantes da área urbana cresceram novamente, ocorreu a redução no fornecimento de água, porém tiveram 70 ligações a mais que no ano anterior.

O crescimento da utilização do espaço urbano do município pode ser apontado como outra razão para o aumento progressivo do número de ligações, pois com novas casas e a ocupação de novos espaços, a rede precisa ser expandida no território para que haja uma cobertura completa do sistema de distribuição de água. A extensão da rede de abastecimento do município manteve-se constante por alguns anos e apenas em 2013 ocorreu uma diminuição, de 25 metros, da extensão, como mostrado na Figura 31.

Figura 31 – Extensão da rede de abastecimento de água em Tamboril.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Em 2007, como mostrado nas figuras anteriores, a população urbana cresceu, mas o abastecimento diminuiu, isso devido uma interferência da rede de água, que permaneceu com a mesma extensão de 2006 para 2007. A população total e urbana continuou em crescimento no ano seguinte, sendo necessário o aumento dessa rede, com 18 km a mais, o que não foi suficiente já que a taxa de população urbana por população urbana abastecida continuou em declínio em 2008, concluindo então que a população ocupou espaço onde o sistema não alcançava.

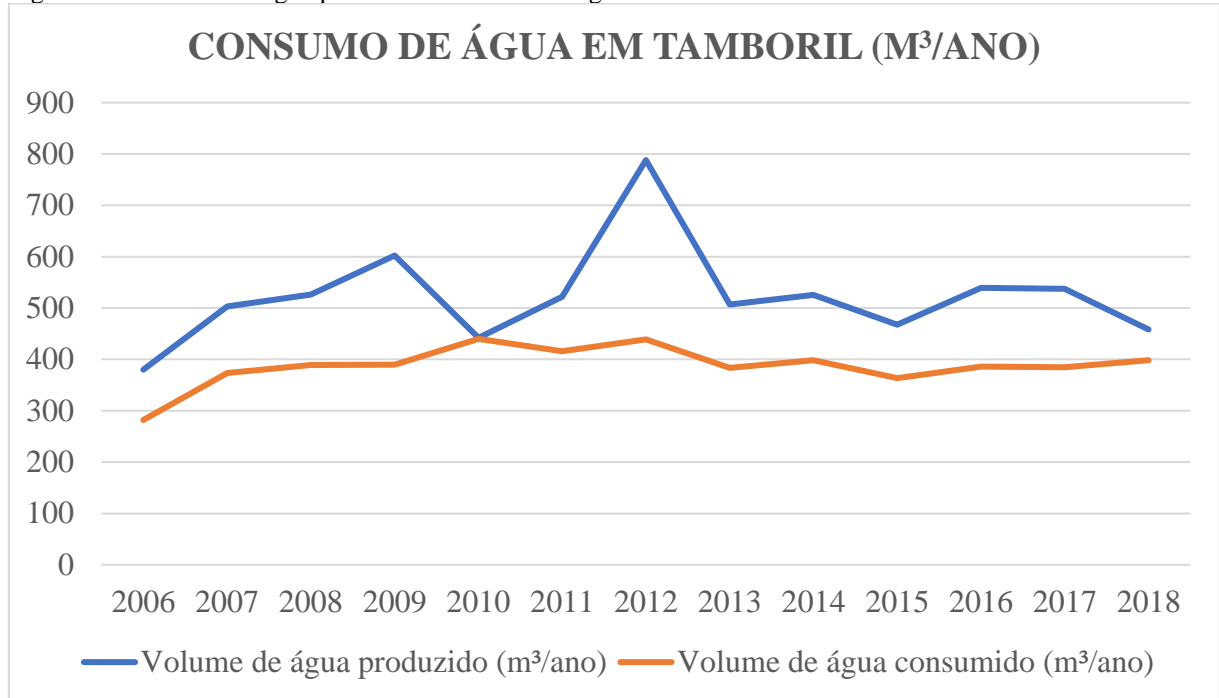
Com o aumento de 5 km na rede, no ano de 2009, o abastecimento voltou a crescer. Um fato interessante a ser observado é que em 2013, mesmo com uma diminuição da rede, chegou ao máximo de pessoas abastecidas. É provável que o comportamento social, de pessoas por casa, ou a quantidade de novas ligações, alcançando assim novas pessoas, podem ter influenciado nesse número. Com o aumento da rede, em 2014, chegando a 53 km, o número de habitantes abastecidos caiu novamente, sendo esse o período crítico do volume dos açudes, o que pode ter sido a maior influência para a queda.

Nos anos seguintes, com um aumento considerável da extensão da rede, o fornecimento de água voltou a crescer de forma suave, caindo novamente no ano de 2017, quando a extensão da rede estacionou, como a população não cresceu nesse ano e o número de novas ligações ativas aumentou, a tendência é que essa queda, por ser pequena, tenha sido causada pela diminuição de pessoas por casas abastecidas. Já a queda de 2018, foi de forma mais expressiva, a população urbana cresceu novamente, é provável que essa ocupação tenha

acontecido em lugares da cidade onde a rede ainda não tinha um alcance, já que o número de ligações continua crescendo.

A Figura 32 mostra o volume de água produzido e o consumo de água da população tamborilense.

Figura 32 – Volume de água produzido e Volume de água consumido



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

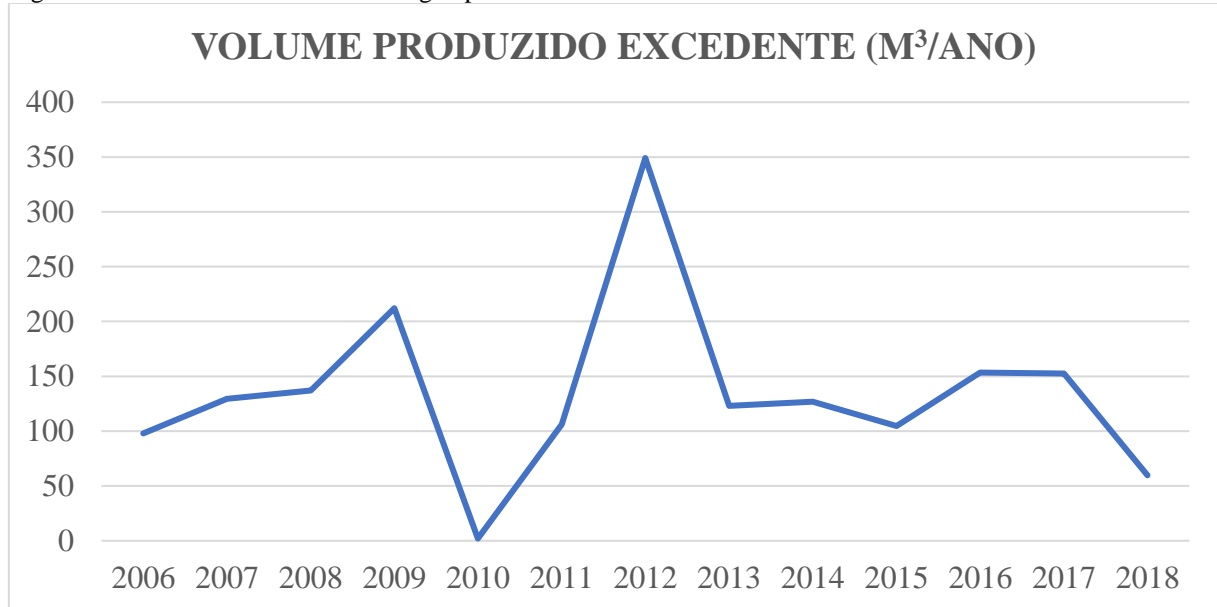
Em 2006, com 10.408 pessoas abastecidas o consumo foi de 282 m<sup>3</sup>/ano. Com a diminuição de pessoas abastecidas em 2007, 8.008 habitantes, a tendência é que esse consumo diminuísse, porém, o consumo foi de 373,76 m<sup>3</sup>/ano. Nos anos seguintes, a população e o consumo aumentaram em nível parecido.

Durante os anos de 2008 e 2009, Tamboril obteve chuvas acima da média, como mostra a Figura 25, assim com temperaturas mais amenas, o que não ocorreu em 2010, sendo o clima um dos responsáveis pelo aumento desse consumo. Em 2011, onde a precipitação voltou a ter um bom volume, ocorreu a queda da utilização da água.

Nos anos em que a população urbana aumentou, o consumo acompanhou o crescimento, apenas em 2013 não ocorreu esse efeito, onde o número de habitantes e diminuiu, ressalta-se que a precipitação nesse ano foi maior que a anterior, sendo o fator de influência nessa queda. A curva de precipitações é semelhante ao consumo, quando a média de chuvas diminuía em relação ao ano anterior, o uso de água aumentava.

A Figura 33, mostra o volume excedente, ou seja, o volume produzido acima do consumido.

Figura 33 – Excedente no volume de água produzida em Tamboril.

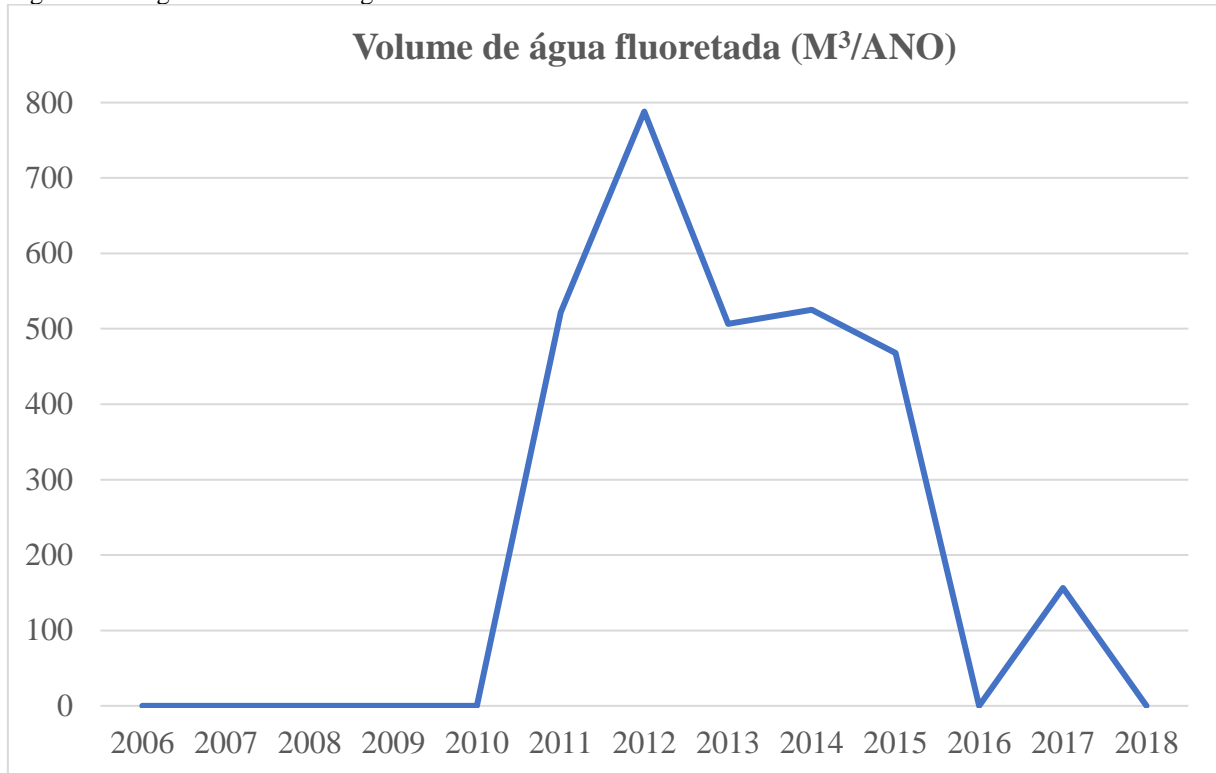


Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Devido ao crescimento da população urbana nos anos de 2006 a 2010, o volume produzido precisou acompanhar. O açude Carão, teve em 2009 sua capacidade na média de 92,85%, reduzindo para 63,30% em 2010. Enquanto o açude de Sucesso tinha uma média de 37,83% no ano de 2009, passando para 21,50%, o que explica a diminuição do volume de água produzido nesse ano. Porém o consumo aumentou muito em relação ao ano anterior e quase chegou ao volume produzido, com uma diferença de apenas 2 m<sup>3</sup>/ano. Em 2012, ocorreu uma produção excessiva sem justificativa técnica, pois os açudes estavam próximo ao colapso e não houve redução do consumo, o que pode ter ocorrido para armazenamento de água já tratada para reduzir a perda por evaporação.

Essa água quando tratada também passa por um processo de acrescentamento de flúor, um fator importante para o controle da cárie e prevenção da fluorose dentária. A Figura 34 – Água fluoretada de água em Tamboril, mostra o volume de água fluoretada, que chegou ao seu máximo em 2013.

Figura 34 – Água fluoretada de água em Tamboril.



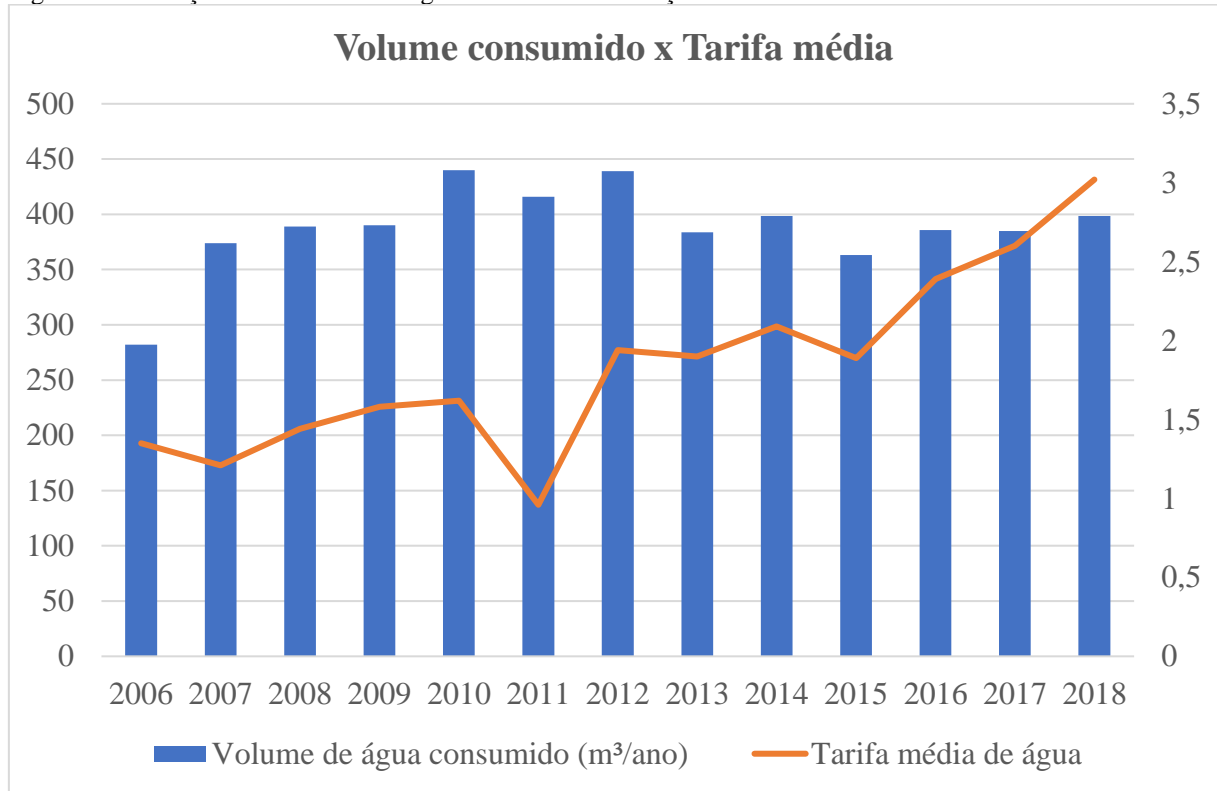
Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Até 2009 a água do município não tinha a presença de flúor, assim em 2010 foi registrado um volume de 522 m<sup>3</sup> de água com a presença da substância, faltando ainda 189 m<sup>3</sup>. De 2011 a 2014 todo o volume produzido teve a presença de flúor, voltando a não conter material em 2016 e 2018, nesse intervalo, em 2017, foi aplicado em 156,13 m<sup>3</sup>.

A Figura 35 mostra o volume do consumo de água e a tarifa cobrada pela concessionária, um fator que influencia na quantidade produzida e no consumo. A cobrança dessa água também depende da quantidade de água disponível, sendo assim é necessário analisar o volume dos açudes, além do gasto que a Cagece tem para a expansão da rede e suas despesas anuais. Os anos de queda do consumo, em relação ao ano anterior, foram em 2011, 2013, 2015 e 2017. Enquanto a queda de produção foi nos anos de 2010, 2013, 2015 e 2018. Quanto a rede não houve crescimento nos anos de 2007 e 2017 e ocorreu um grande aumento nos anos de 2008 e 2015. Apenas em 2007, 2011, 2013 e 2015 a tarifa foi reduzida.



Figura 35 – Relação entre volume de água consumido e tarifação média em Tamboril.



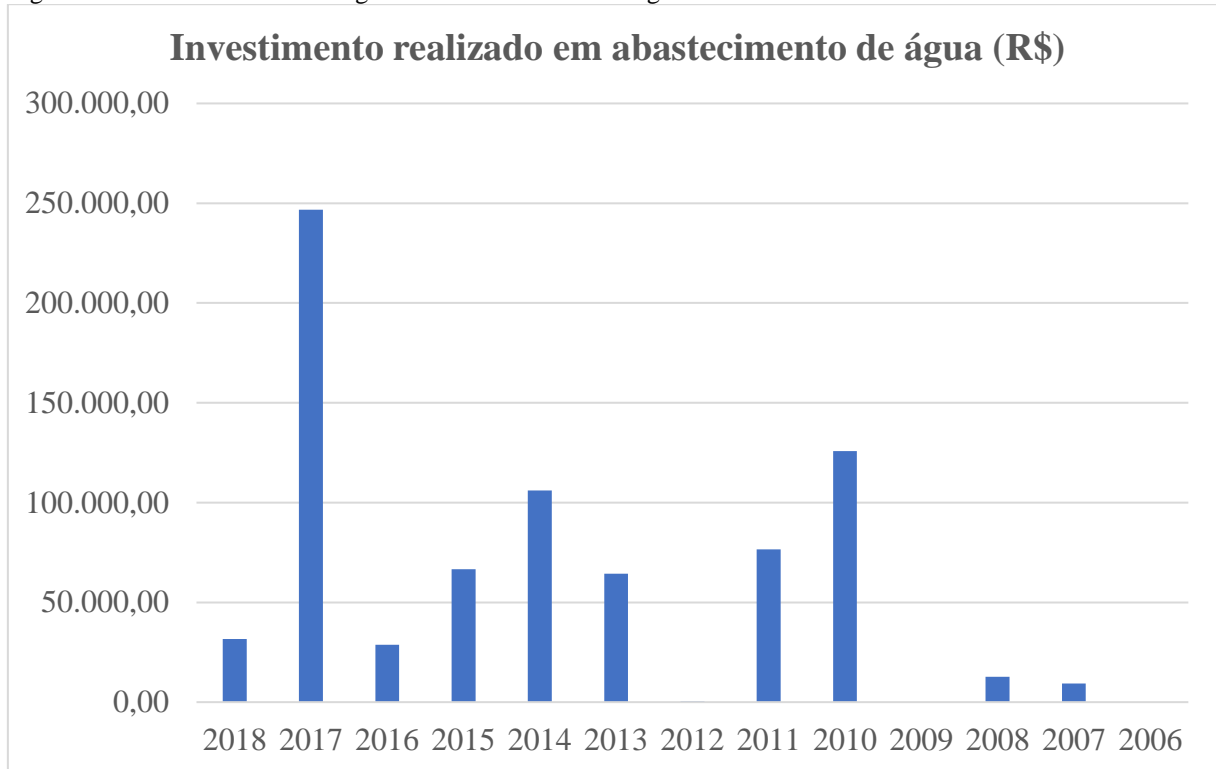
Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

É possível identificar que a redução da tarifa não influencia muito no comportamento da utilização da água da população. Esse evento ocorreu poucas vezes, apenas em 2007, quando a extensão permaneceu a mesma de 2006, ocorreu a queda da tarifa, que mesmo com um número de habitantes abastecidos menor, houve o aumento do consumo, a população consumiu mais por estar pagando menos. Em 2008, com 18 km a mais, houve um aumento da tarifa, mesmo sendo um período de grande disponibilidade de água no município, a Cagece precisou ter um gasto maior.

A redução da tarifa veio novamente apenas em 2011, quando a precipitação de Tamboril foi a maior já registrada entre os anos considerados na Figura 25, assim com temperaturas mais amenas, o consumo de água diminuiu em relação ao ano anterior. Em 2012, o nível do açude de Sucesso já registrava porcentagens baixas, o consumo aumentou e elevou a tarifa. Nos anos de 2013 e 2015, ocorreu uma redução da tarifa, ainda assim o consumo da população diminuiu, podendo ser relacionado novamente a temperatura do local, já em nos anos anteriores a esses, 2012 e 2014, as precipitações registradas foram menores. Nos anos seguintes, o consumo se manteve mais constante, porém a tarifa cresceu devido aos anos prolongados pela falta de água no principal reservatório, o Carão.

Os investimentos feitos pela Cagece são de grande importância para entender certos comportamentos da rede e sistemas tarifários, como mostra a Figura 36. Os investimentos até 2012 aconteceram de forma irregular, chegando a não ter investimentos em alguns anos.

Figura 36 – Investimentos da Cagece no abastecimento de água de Tamboril.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

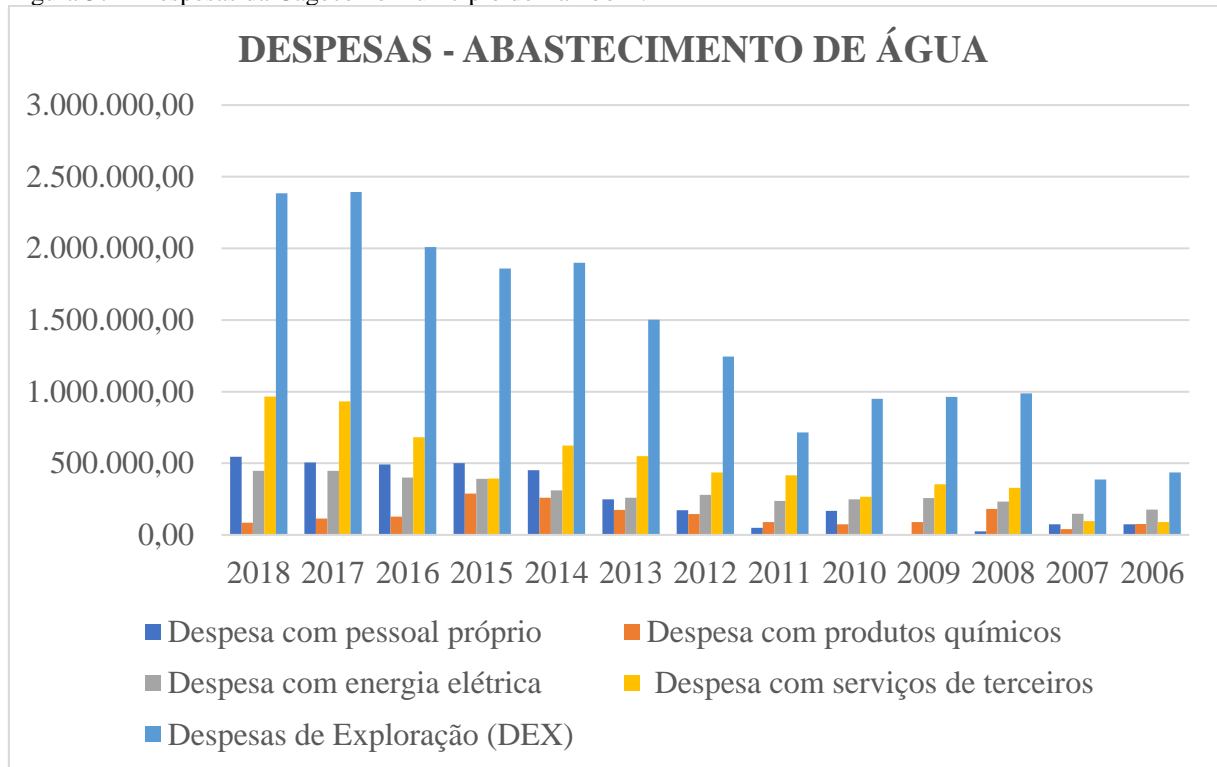
Em 2007, houve um aumento do consumo de água, sendo registrado um investimento nesse período, mesmo com a tarifa mais baixa. O benefício continuou no ano seguinte, onde a extensão da rede cresceu, ocorrendo um aumento da tarifa. No ano de 2010, a extensão permaneceu a mesma, apesar do alto investimento, além da queda da produção do volume de água, contudo, no ano de 2011, o investimento foi menor, mas a extensão da rede aumentou e a tarifa diminuiu, além de um crescimento grande de habitantes da área urbana abastecidos.

Assim como em 2009, no ano de 2012, não ocorreu um investimento. Em 2013, quando a extensão diminuiu, porém chegou ao máximo de população urbana já abastecida, ocorreu um investimento nesse sistema. Em 2014, com o volume dos açudes reduzidos e necessidade de novas formas de abastecimento, foi preciso ter investimentos anuais, sendo reduzido nos anos anteriores, quando o volume do açude de Sucesso se restabeleceu. No ano de 2017, o açude Carão estava no seu volume morto e o açude de Sucesso, chegava a esse mesmo volume, assim sendo necessário investir de forma mais eficiente em outros métodos de obter água.

A partir disso, é possível observar que os investimentos iniciais foram na forma de expandir o abastecimento da cidade, logo depois as crises hídricas, foram necessárias novas formas de se obter água, assim precisando ser investido nessa área.

O investimento, além de ter que seguir as necessidades da cidade, também depende das despesas, sabendo que é necessário a empresa manter um lucro. A Figura 37, mostra o gráfico de despesas com abastecimento de água do município.

Figura 37 – Despesas da Cagece no município de Tamboril.



Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

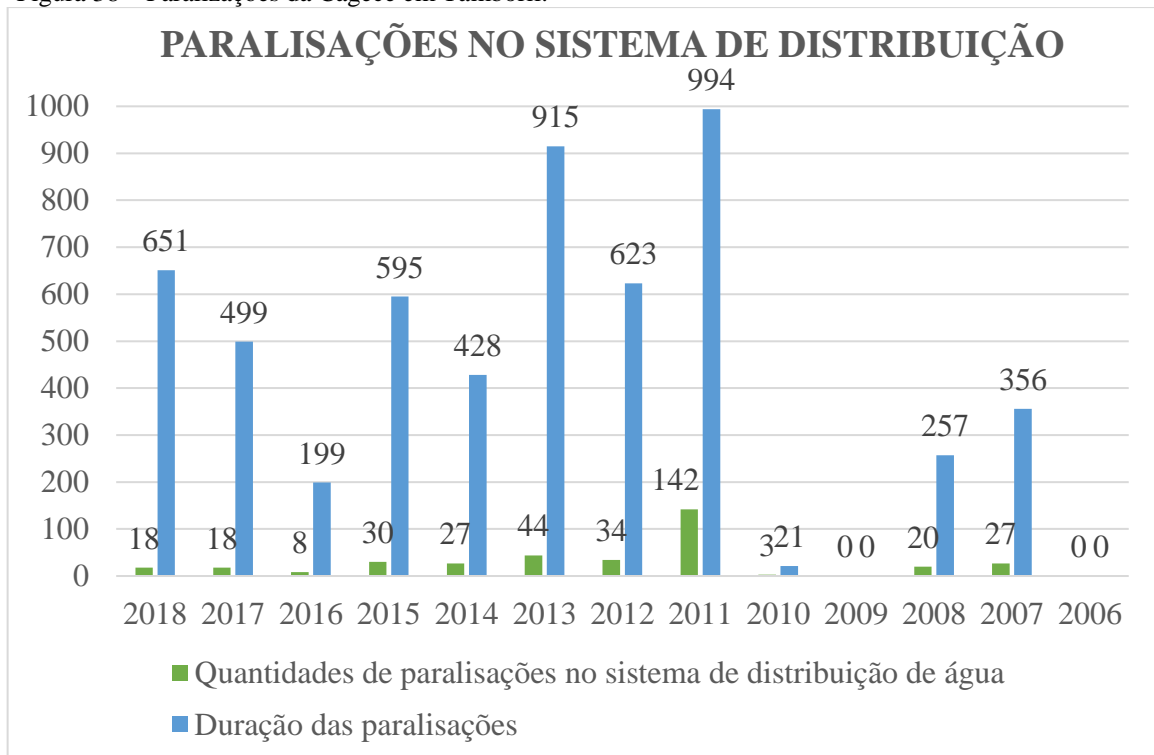
No ano de 2007, Tamboril iniciou comemorações de carnaval as margens do Açude Carão, o que influenciou na qualidade da água, assim como nos gastos para manter a qualidade da mesma. No ano seguinte, houve um crescimento da rede e uma maior produção de água, crescendo também o gasto com energia elétrica, serviços de terceiros e produtos químicos. Com uma despesa quase estabilizada durante 3 anos, em 2010 a queda na produção de água não influenciou tanto nas despesas.

No ano de 2011, com o retorno de boas chuvas, a empresa conseguiu reduzir seus custos, apesar de nesse mesmo ano conseguir números bons de crescimento ao abastecimento da população urbana de Tamboril. Em 2013 ocorreu a última edição do carnaval de Tamboril no Carão, devido ao baixo nível que o açude registrou nos anos seguintes, porém nos anos seguintes ainda foram registrados altos gastos com produtos químicos. A redução de gastos em relação ao ano anterior, voltou em 2015, quando o município tinha uma maioria sendo

abastecida por poços. Como esse tipo de abastecimento se estendeu ao longo dos anos, despesas com produtos químicos foram reduzidas, mas as despesas com serviços terceiros aumentaram durante os anos de 2016, 2017 e 2018.

A qualidade de um serviço é essencial quando se trata de algo que influencia tanto na saúde e na vida da população, sendo assim um fator necessário a ser avaliado, considerando o número de paralizações do sistema de abastecimento e o tempo que permaneceu parado, como é mostrado na Figura 38.

Figura 38 – Paralizações da Cagece em Tamboril.



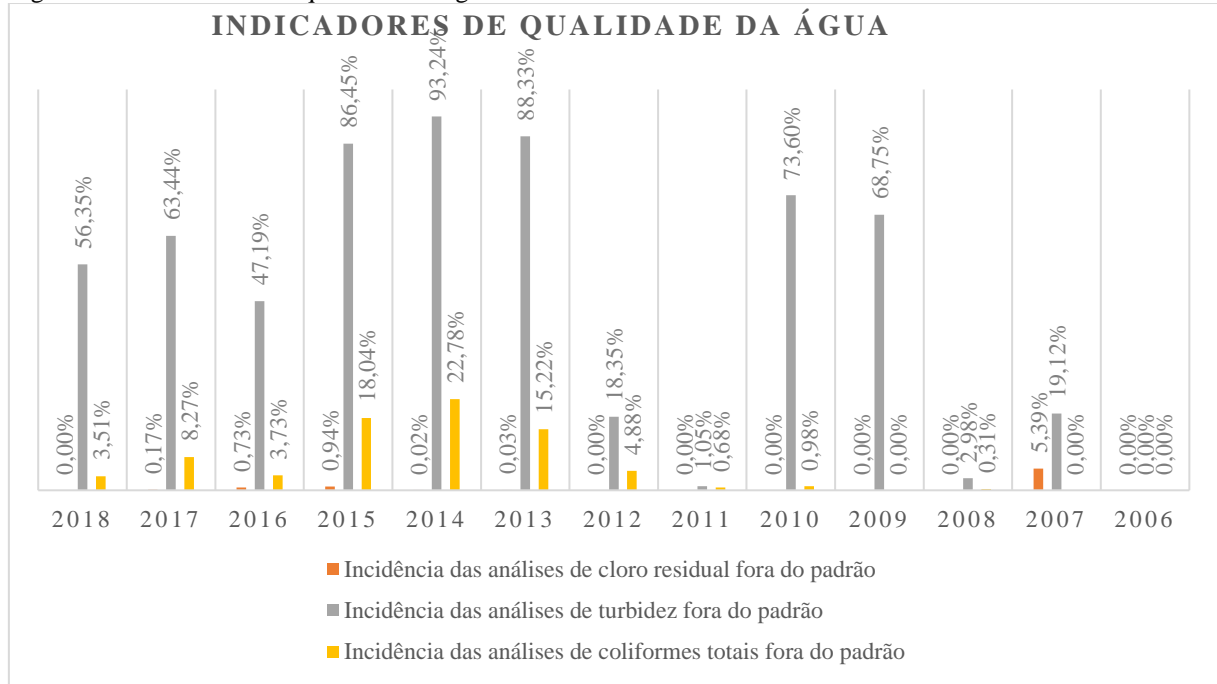
Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

O SNIS informa que as paralizações contabilizadas são apenas aquelas que, individualmente, duraram seis horas ou mais. Assim, não ocorrem essas em 2006 e 2009 no município de Tamboril. Após 2010, ocorreram um maior registro de paradas no sistema, como foi em 2011, ocorrendo 994 paralizações, que duraram juntas 142 horas. Em 2013, esse número voltou a subir, marcando 915 paradas com uma duração de 44 horas. A justificativa para essas ocorrências é diversa, como racionalização, por conta do volume dos açudes, esses que estavam em níveis baixos e níveis zerados de 2013 a 2018. Outro motivo é a restauração ou o melhoramento do sistema, como o aumento da rede, que ocorreram grandes crescimentos durante o ano de 2008 e 2015.

A qualidade da água é de extrema importância, sendo feitas análises todos os meses durante o ano. Os testes realizados analisam o cloro residual, que garantem a desinfecção da água, deixando essa livre de microorganismos patogênicos, também verifica a turbidez, que seria

a transparência e a presença de coliformes, uma medida higiênico sanitária. A Figura 39 mostra que apenas em 2006 a água de Tamboril não registrou indicadores fora do padrão.

Figura 39 – Indicadores de qualidade da água de Tamboril.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

No ano de 2006 foram feitas 242 análises para cloro residual e para a turbidez, não sendo registrado a quantidade para coliformes totais, alcançando em sua totalidade indicadores dentro do padrão. Em 2007, ano que se iniciou o carnaval do município as margens do Carão, esse número aumentou para 4.599 para cloro residual e 3.457 para turbidez, chegando assim a 19,12% para turbidez e 5,3% de cloro residual. No ano seguinte os índices baixaram, porém, tiveram 0,31% das amostras fora do padrão de coliformes totais. Em 2009 e 2010 as amostras quanto turbidez fora do padrão tiveram taxas elevadas, o que teria ocorrido devido as poucas chuvas registradas, essas taxas foram recuperadas em 2011, apesar do número de amostras ser de 8.359, foi registrado apenas 1,05% das amostras de turbidez fora do padrão e 0,68% de coliformes totais.

A partir do ano de 2012, iniciaram registros maiores quanto aos coliformes totais, com a falta de tratamento de esgoto é comum a rede de residências serem ligadas diretamente sem tratamento diretamente nos mananciais, além dos constantes anos que o Carão recebia uma grande quantidade de pessoas para a realização dos carnaval. Essa situação também altera a turbidez da água, assim durante os anos foram registrados altos índices de turbidez, chegando a 93,24% das amostras fora do padrão em 2014, ano que o Carão parou de abastecer a cidade.

Em 2019, seguindo exigências do Ministério da Saúde, a vazão fornecida pela Cagece para o município de Tamboril é de 60,7 m<sup>3</sup>/h, essa água vem do açude Carão e dos

mananciais compostos por treze poços tubulares. Essa água é armazenada em doze reservatórios com a capacidade total de 584 m<sup>3</sup>, sua distribuição é através de uma malha de 40.552m, garantindo 99,22% de cobertura (CAGECE, 2020a).

O Quadro 14 mostra a qualidade da água distribuída no ano de 2019, sendo coletadas 156 amostras, com um total de 757 análises. É possível observar que nos meses de fevereiro, maio, junho, agosto, outubro e novembro as análises de coliformes totais não foram atendidas, em relação a cor nenhum mês seguiu a conformidade e quanto a turbidez, apenas os meses de novembro e dezembro todas as amostras estão conforme as necessidades.

Quadro 14 – Qualidade da água da ETA do Carão.

	Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Escherichi</b>	N° de Amostras em conformidade	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	N° de Amostras Efetuadas	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	N° de amostras exigidas	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
<b>Coliformes totais</b>	N° de Amostras em conformidade	13	12	13	13	12	9	13	12	13	11	10	13
	N° de Amostras Efetuadas	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	N° de amostras exigidas	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
<b>Cloro Residual Livre</b>	N° de Amostras em conformidade	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	N° de Amostras Efetuadas	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	N° de amostras exigidas	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
<b>Cor</b>	N° de Amostras em conformidade	0	2	3	5	6	5	9	10	12	11	7	9
	N° de Amostras Efetuadas	10	10	11	10	10	10	10	10	13	13	13	13
	N° de amostras exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Turbidez</b>	N° de Amostras em conformidade	5	10	9	11	10	9	12	12	13	11	13	13
	N° de Amostras Efetuadas	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	N° de amostras exigidas	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

Fonte: Adaptado Cagece (2020a).

O distrito de Sucesso, tem seu abastecimento garantido pelo Açude de Sucesso, sua vazão média é de 22,1 m<sup>3</sup>/h, sendo a água armazenada em dois reservatórios, com capacidade total de 300 m<sup>3</sup>. A distribuição compreende uma malha de 17.130 m, que garante uma cobertura de 98,85% da cidade (CAGECE, 2020b). O Quadro 15, mostra a qualidade da água no ano de 2019. Quanto às amostras coletadas, é possível perceber um seguimento dos padrões do Ministério da Saúde, apenas em janeiro do ano das coletas, quanto aos coliformes totais, não apenas uma amostra não apresentou conformidades.

Quadro 15 – Qualidade da água da ETA de Sucesso.

Mês		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Escherichi	Nº de Amostras em conformidade	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de Amostras Efetuadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de amostras exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Coliformes totais	Nº de Amostras em conformidade	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de Amostras Efetuadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de amostras exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cloro Residual Livre	Nº de Amostras em conformidade	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de Amostras Efetuadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de amostras exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cor	Nº de Amostras em conformidade	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de Amostras Efetuadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de amostras exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Turbidez	Nº de Amostras em conformidade	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de Amostras Efetuadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Nº de amostras exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

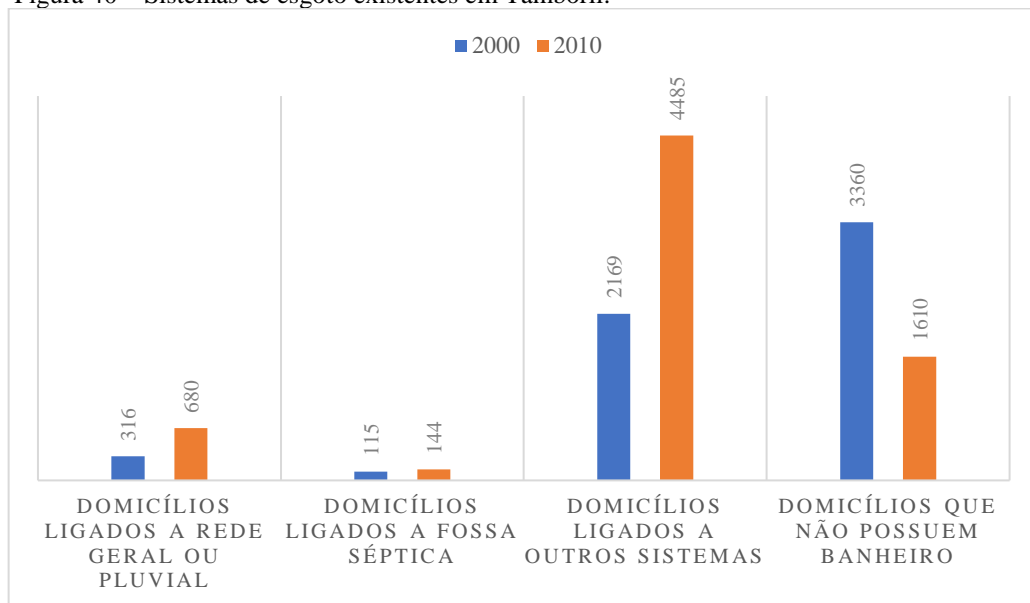
Fonte: Adaptado Cagece (2020b).

## 4.2 Esgotamento Sanitário em Tamboril

Os dados da série histórica do SNIS não possuem registros de números quanto ao esgotamento sanitário, assim os dados dessa seção foram fornecidos pelas Secretaria de Obras, Transportes e Serviços Públicos, juntamente com o Perfil Básico Municipal de 2017, fornecido pelo IPECE.

O município de Tamboril, no seu projeto inicial, segundo informações do engenheiro responsável pelo projeto, João Torres Filho, contou com seis estações de tratamento de esgoto, ETE, localizadas na sede. A secretaria responsável por esse serviço informa que, a última gestão que houve um funcionamento total desses sistemas, foi a que finalizou seus trabalhos em 2004, e a cidade ainda conta cinco estações de tratamento. No Perfil Municipal de Tamboril de 2017, fornecido pelo IPECE, como mostrado na Figura 40, a maioria dos domicílios não são ligados na rede geral ou pluvial ou a fossa séptica.

Figura 40 – Sistemas de esgoto existentes em Tamboril.



Fonte: Adaptado IPECE (2017).

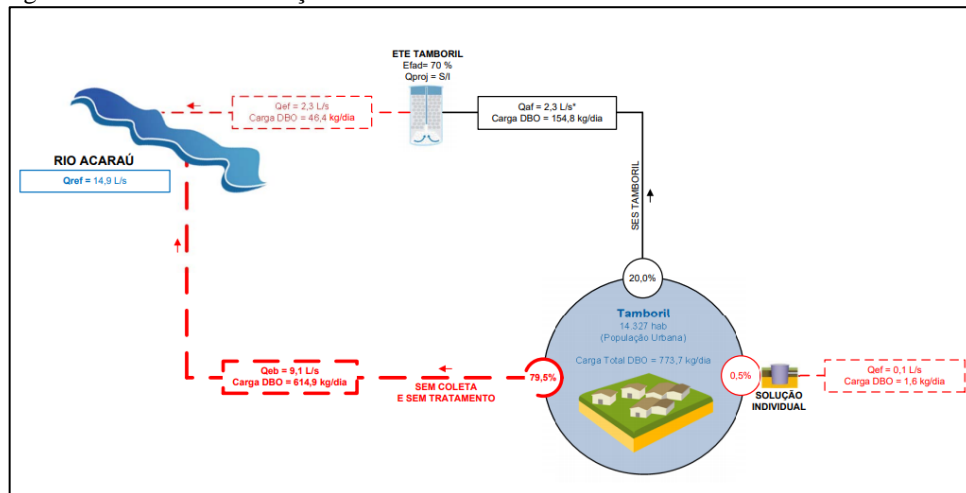
É possível observar que de 2000 para 2010 o número de ligações cresceu em todos os sistemas, sendo a maioria não conectada aos sistemas da ETE. Os tamborilenses tem uma ligação em sua maioria a sistemas desconhecidos, com poucas conexões a fossa séptica, um sistema indicado para áreas rurais ou residências isoladas, que é capaz de fazer o tratamento primário. Em 2010, a ETE recebia esgoto de 680 domicílios, apesar do município ter nesse período um total de 6.927 residências.

Com uma paralisação do sistema durante alguns anos, em 2015 ocorreu uma revitalização, como informado pelo secretário de obras da época, onde houve uma troca de



tubulação, porém continuaram funcionando com uma sobrecarga já que o projeto não foi modificado. A Figura 41 mostra uma planta fornecida em setembro de 2015 pela Agência Nacional das Águas.

Figura 41 – Sistema da estação de tratamento de Tamboril.



Fonte: ANA (2015).

Nesse ano a sede de Tamboril contava com 20% do esgoto enviado para a estação de tratamento, sendo aproximadamente 2.865 pessoas atendidas. O sistema de esgoto da cidade contava com um filtro aeróbio e sua eficiência adotada era de 70%. Enquanto 79,5% do esgoto não existia coleta e seguia com uma vazão de esgoto bruto de 9,1 L/s para o Rio Acaraú, assim os outros 0,5% da população contavam com uma solução individual.

A gestão que assumiu em 2017, informou que ao entrar na prefeitura os dados fornecidos da Secretária de Obras, Transportes e Serviços Públicos eram inexistentes, não havendo nenhum registro nos computadores no departamento desse serviço. Assim, no início da gestão foi necessário buscar informações sobre a situação das estações de tratamento de esgoto. A Figura 42 mostra a entrada da estação de tratamento da Vila Monsenhor Holanda.

Figura 42 – Estação de Tratamento da Vila Monsenhor Holanda.



Fonte: Foto de Felipe Pereira Araújo (2020).



O resultado encontrado foi uma estação sem funcionamento, apenas recebendo o esgoto e tubulações precárias, como mostrado na Figura 43.

Figura 43 – Situação da estação de tratamento de esgoto da Vila Monsenhor Holanda em Tamboril



Fonte: Foto de Felipe Pereira Araújo (2020).

A estação localizada na Vila Monsenhor Holanda se encontra coberta por mato, recebendo esgoto e as fossas abertas, o que é prejudicial para a saúde da população, como mostra a Figura 44 e Figura 45, fossas recebendo esgoto bruto.

Figura 44 – Fossas da estação da Vila Monsenhor Holanda em Tamboril



Fonte: Foto de Felipe Pereira Araújo (2020).



Figura 45 – Fossas da Vila Monsenhor Holanda.



Fonte: Foto de Felipe Pereira Araújo (2020).

Outra estação de tratamento é a da Vila São Pedro, essa não se encontra em situação diferente, sua entrada possui muro quebrado e chão coberto de plantas, como mostrado na Figura 46.

Figura 46 – Muro da estação de tratamento da Vila São Pedro.



Fonte: Foto de Felipe Pereira Araújo (2020).



O esgoto bruto escorre no chão no solo da estação, sendo um risco a saúde dos moradores dessa região, como mostra a Figura 47.

Figura 47 – Esgoto a céu aberto na estação de tratamento de esgoto da Vila São Pedro.



Fonte: Foto de Felipe Pereira Araújo (2020).

A estação do bairro Monte Castelo se encontra dominada por vegetação, não sendo impossível visualizar os sistemas de coleta, como mostrado na Figura 48.

Figura 48 – Estação de tratamento de esgoto do bairro Monte Castelo.



Fonte: Foto de Felipe Pereira Araújo (2020).



Figura 49 – Estação coberta por vegetação no bairro Monte Castelo.



Fonte: Foto de Felipe Pereira Araújo (2020).

### 4.3 Resíduos Sólidos em Tamboril

As informações dessa seção foram coletadas no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico, SNIS, do plano de transição de recuperação da área degradada do lixão de Tamboril e diretamente da prefeitura de Tamboril, da Secretaria de Agricultura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente.

O município de Tamboril possui o seu lixão, que é operado pela prefeitura municipal desde 1986, localizado as margens da CE – 266, a 4,6km da zona urbana da sua sede. Ocupa uma área de 6,8 hectares, e possuía, em abril de 2017, cerca de 25.592 m<sup>3</sup> de resíduos. Ao seu entorno, além da rodovia, galerias de drenagem para escoamento de água pluvial e do curso d'água afluente do Riacho Fundo (SEMA, 2018).

Figura 50 – Lixão de Tamboril as margens da CE – 266.

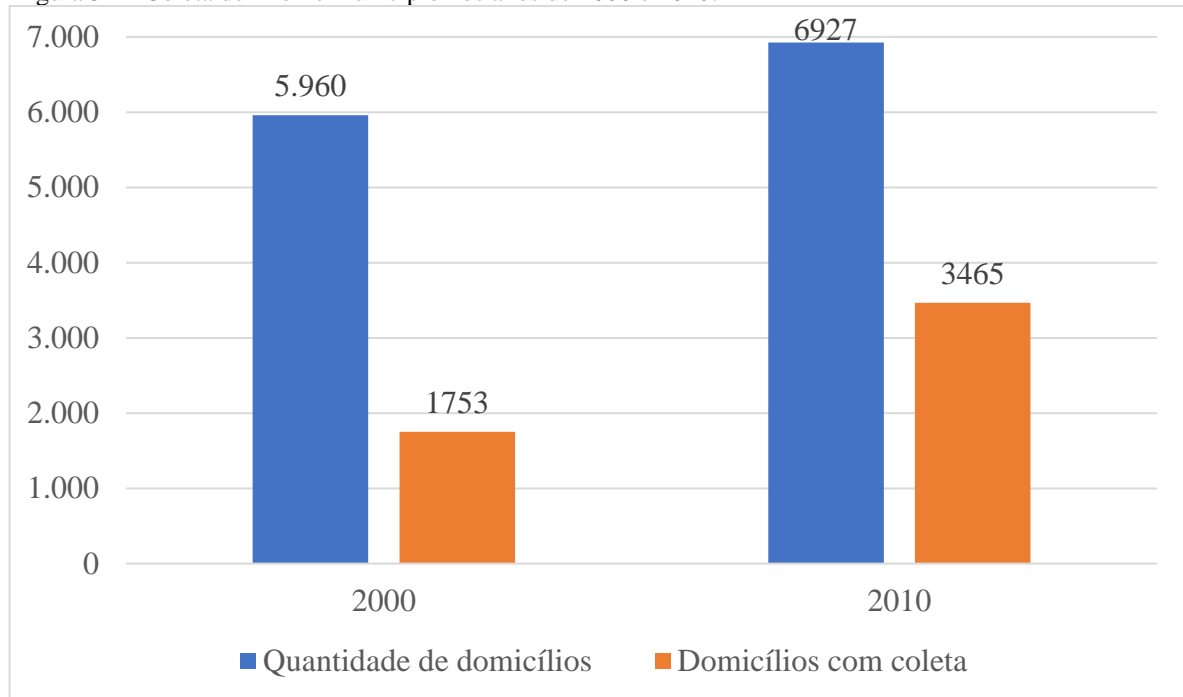


Fonte: SEMA (2018).

O lixão foi alvo de operações do Ministério Público do Estado do Ceará (MPCE), que solicitou melhorias em gestões anteriores, porém não foram seguidos os pedidos, constatado lançamento de resíduos sólidos de forma inadequada, sem as competentes licenças ambientais para a regular dispensação de resíduos urbanos (MPCE, 2018).

A coleta de lixo municipal demorou a atender metade dos domicílios existentes em Tamboril, chegando a esse número apenas em 2010, como mostra a Figura 51.

Figura 51 – Coleta de lixo no município nos anos de 2000 e 2010.



Fonte: IPECE (2006 e 2017).

Em 2000, apenas 29,41% dos domicílios existentes tinham acesso a coleta, nesse mesmo ano o número de pessoas por casa era de 4,35, após 10 anos, a quantidade de domicílios que tinham acesso ao sistema de coleta era de 50,02%, sendo registrado nesse período uma quantidade de 3,67 pessoas por casa.

No Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos Municípios da Bacia Poti/Parnaíba de 2012, é apontado que o prestador desses serviços é terceirizado, passando diariamente, não sendo cobrada taxa da população. O Quadro 16 – Quantidade de resíduos sólidos gerados em Tamboril, mostra a quantidade de resíduos gerados da construção civil, domiciliares e de limpeza pública.

Quadro 16 – Quantidade de resíduos sólidos gerados em Tamboril.

Resíduos	TON/MÊS
Construção civil	8280
Domiciliares coletados	201 a 300
Limpeza pública	101 a 150

Fonte: Adaptado Ceará, 2012.

A construção civil, apesar de não ser a atividade principal, que segundo o Perfil Básico Municipal de 2012, gerou apenas 6 empregos formais em Tamboril, ainda assim é a maior geradora de resíduos da cidade, seguido de resíduos domiciliares e limpeza pública. Os três tipos de resíduos não possuem coleta diferenciada e tem a mesma disposição final, o lixão de Tamboril.

Ainda nesse ano, a média de geração per capita de resíduos sólidos adotada para Tamboril era de 0,650 kg/hab.dia. O Quadro 17 mostra a geração de lixo *per capita* por material.

Quadro 17 – Geração *per capita* por material em Tamboril.

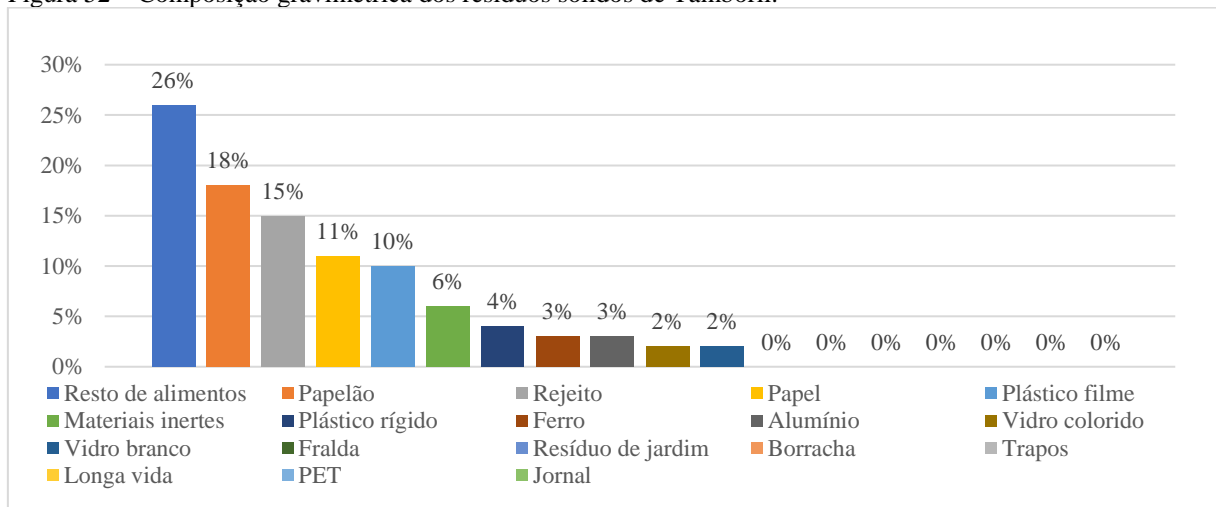
RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS	
Resíduos	KG/HAB.DIA
Resto de alimentos	0,274
Papelão	0,035
Rejeito	0,098
Papel	0,072
Plástico filme	0,065
Plástico rígido	0,026
Ferro	0,02
Alumínio	0,02
Vidro colorido	0,013
Vidro branco	0,013
Fralda	0
Resíduo de jardim	0
Borracha	0
Trapos	0,042
Longa vida	0
PET	0
Jornal	0

Fonte: Adaptado Ceará (2012).

Os resíduos provenientes do descarte de alimentos, que é a maior parte do resíduo domiciliar gerado pelos tamborilenses, é considerado lixo orgânico, que pode ser 100% reciclado, assim como papel, papelão, plástico filme e rígido, ferro, alumínio, vidro colorido e branco. O segundo tipo mais produzido são os rejeitos, que devem ser destinados nos locais devidos, pois não podem ser reciclados, porém no caso do município de Tamboril, por não haver uma coleta seletiva e a destinação ser no lixão, a reciclagem se torna mais difícil.

A Figura 52 mostra a composição gravimétrica dos resíduos sólidos do município, ou seja, o percentual de cada componente de uma amostra de lixo.

Figura 52 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Tamboril.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Em 2012, a maior parte do volume de lixo produzido no município eram de materiais recicláveis, sendo apenas 15% do total considerado rejeito. Porém, a falta de incentivo e políticas do município, fez Tamboril permanecer anos nessa mesma situação durante anos. Ainda assim, os valores gastos mensalmente com os serviços de limpeza urbana foram de R\$ 15.654,03 e para a coleta e disposição final de R\$ 53.993,04.

Em 2013, Tamboril possuía no seu lixão um catador, José Auricélio Lopes, que já não mora mais no local, mas ainda continua trabalhando com coleta. Ele fazia a separação, destinava o PET, o cobre e o alumínio para Fortaleza. As embalagens de produto de limpeza e higiene eram levadas para fábricas em Forquilha, o ferro ia para a Gerdau, em Maracanaú, também para essa cidade iam os ossos de animais que existiam no lixão. Enquanto a região sul do estado, na cidade de Juazeiro do Norte, recebia o PVC. Os papeis tem destinos diversos. (DIÁRIO DO NORDESTE, 2013). A Figura 53, mostra uma imagem de José Auricélio Lopes, quando recebeu a equipe de reportagem do Diário do Nordeste.

Figura 53 – O único catador do lixão de Tamboril.



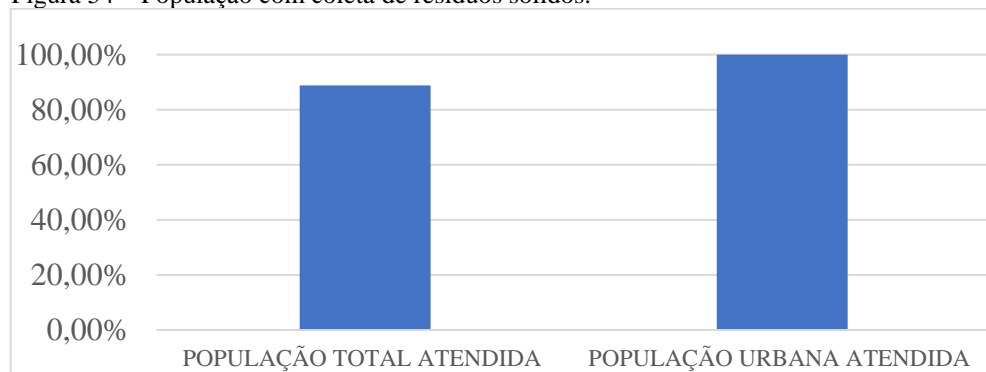
Fonte: Diário do Nordeste (2013).



Mesmo com um morador, o lixão não possui acesso a água e energia, tampouco uma área administrativa, vigilância e portão de acesso, o que é visto por lá, além do trabalho do Seu José, é a queima de resíduos e um recobrimento trimestral (GOVERNO DO CEARÁ, 2015).

Apenas em 2018, Tamboril iniciou seus registros de resíduos sólidos no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico, devido a modificação feita no processo de coleta dos resíduos sólidos, sendo aprovado no dia 1º de abril de 2018, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). O município, que agora possui uma coleta seletiva, atende cerca de 22.858 da população total e 14.358 da população urbana, como mostra a Figura 54.

Figura 54 – População com coleta de resíduos sólidos.



Fonte: Adaptado SNIS (2018).

Diferentemente dos anos de 2000 e 2010, em 2018 a população urbana de Tamboril possuía uma cobertura total da coleta, enquanto a população total chega a 88,83%. O atendimento é de 25% da população diariamente, enquanto 15% recebe esse serviço uma vez por semana, a maior parte é atendida de 2 ou 3 vezes por semana, sendo 60%.

O Quadro 18 – Serviços Executados pelo agente público, mostra os outros serviços oferecidos pela empresa contratada da prefeitura.

Quadro 18 – Serviços Executados pelo agente público

<b>SERVIÇOS EXECUTADOS PELO AGENTE PÚBLICO</b>
Limpeza de feiras livres ou mercados
Limpeza de bocas-de-lobo
Limpeza de lotes vagos
Coleta diferenciada de pneus velhos
Coleta diferenciada de pilhas e baterias
Coleta de resíduos volumosos
Coleta diferenciada de lâmpadas fluorescentes
Coleta diferenciada de resíduos eletrônicos
Pintura de meios-fios
Podas de árvores
Remoção de animais mortos de vias públicas

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

O município que antes não tinha coleta seletiva, hoje conta com a coleta diferenciada de resíduos eletrônicos, lâmpada fluorescentes, pilhas e baterias e pneus velhos. Assim como outros serviços que visam uma limpeza e uma melhor aparência a cidade. Apesar das mudanças, o Governo Federal não disponibilizou nenhum recurso sobre o manejo de resíduos sólidos urbanos. O Quadro 19 mostra as despesas que o município obteve com a execução desses serviços.

Quadro 19 – Despesas dos serviços no município de Tamboril

<b>DESPESAS DO MUNICÍPIO DE TAMBORIL</b>	
Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU	R\$ 1.431.146,64
Despesa com empresas contratadas para coleta de RSS	R\$ 201.600,00
Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição	R\$ 469.127,28
Despesa com agentes privados executores dos demais serviços quando não especificados em campos próprios	R\$ 335.687,52
Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU	R\$ 2.437.561,44
Despesa Corrente da Prefeitura durante o ano com todos os serviços do município (saúde, educação, pagamento de pessoal, etc.)	R\$ 62.184.616,47

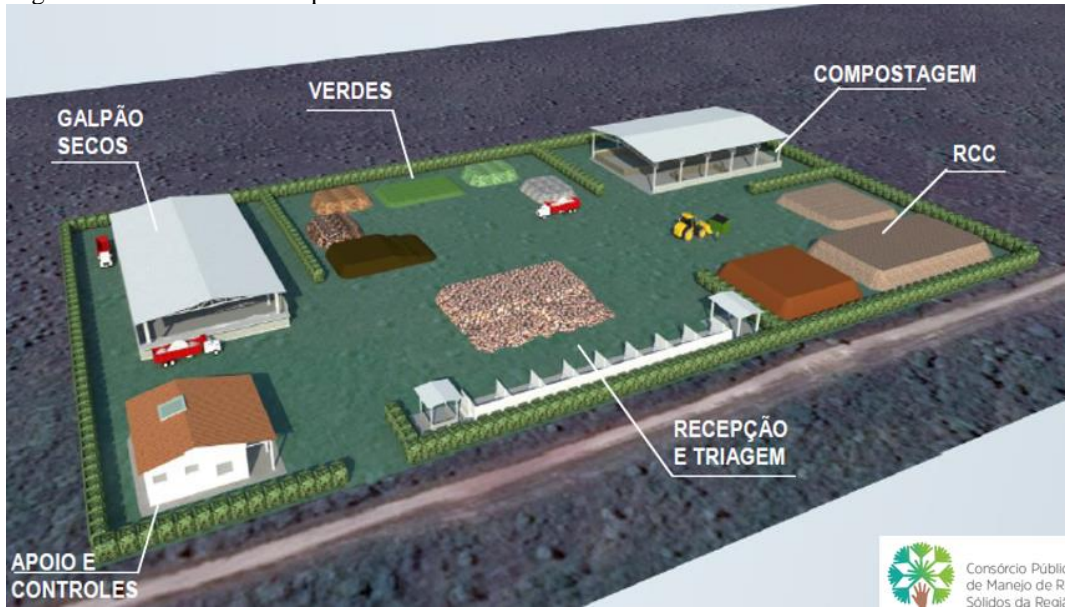
Fonte: Adaptado SNIS (2018).

O maior gasto é com agentes privados executores dos serviços de manejo dos resíduos, logo depois vem a coleta com quase um milhão de reais a menos. A soma dos gastos com resíduos sólidos é de R\$ 4.875.122,88, o que é cerca de 7,84% dos gastos totais do município.

Tamboril agora faz parte do Plano das Coletas Seletivas da Região do Sertão de Crateus, que se baseia nos princípios de: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final adequada. Serão instalados dois tipos de sistemas, Centrais Municipais de Resíduos, CMR, e os Ecopontos.

Na CMR ocorrem: a compostagem de resíduos orgânicos; a triagem de resíduos da construção civil e seu peneiramento; o desmonte de resíduos volumosos, o picotamento das madeiras da construção civil, de podas e madeiras dos volumosos; a segregação de troncos e galhos grossos; a segregação da capina e roçada em pilhas estatísticas para deterioração; a acumulação ou triagem dos resíduos secos. Nesse mesmo lugar devem ser recebidos pneus, lâmpadas, eletroeletrônicos, pilhas e baterias para a retiradas dos fabricantes. A Figura 55 mostra o layout esquemático da CMR.

Figura 55 – Centrais Municipais de Resíduos do Sertão de Crateus



Fonte: Ceará, 2017.

Os ecopontos serão menores e funcionarão como armazenamento temporário de resíduos da construção civil, resíduos verdes e resíduos volumosos, além dos resíduos da logística reversa para acumulação à espera da retirada pelos agentes responsáveis pela cadeia reprodutiva de cada um. A Figura 56, mostra um desenho ilustrativo do Ecoponto Simplificado.

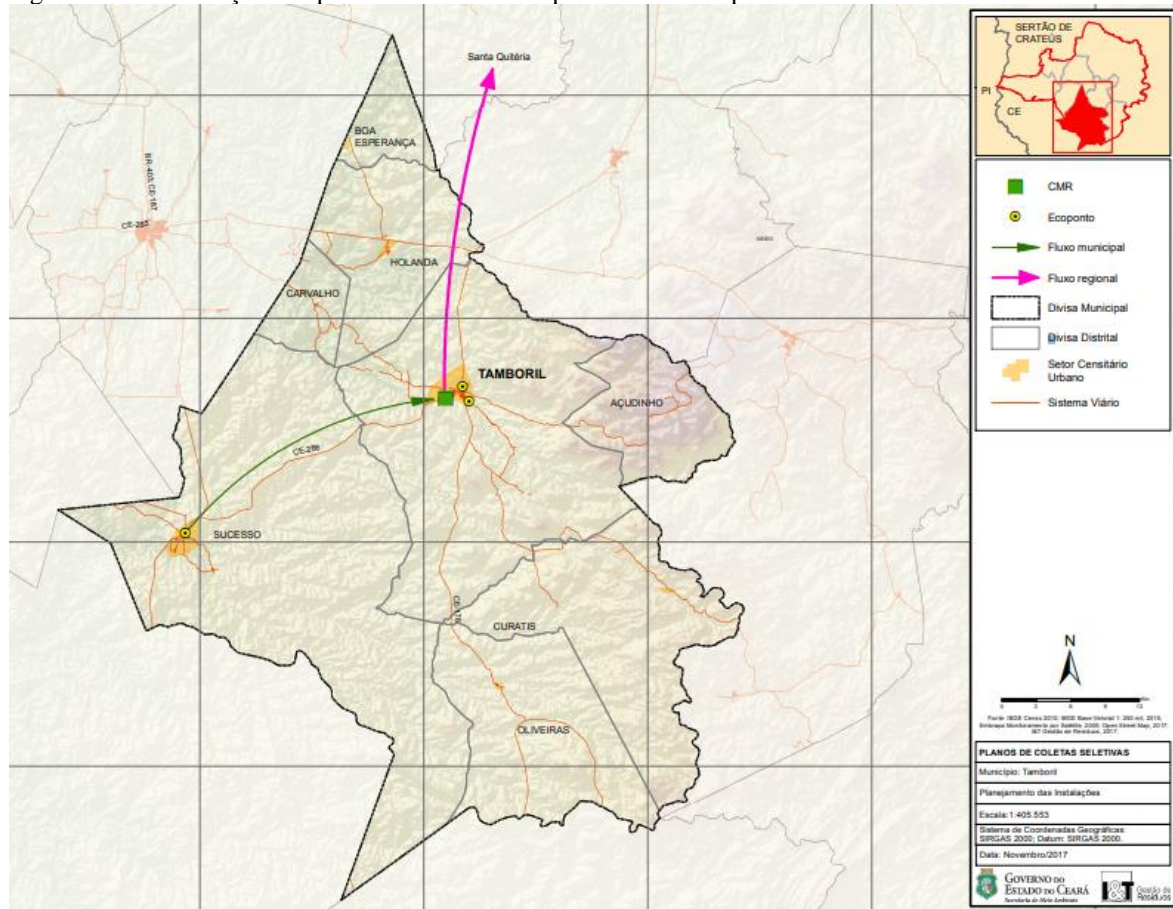
Figura 56 – Ecoponto Simplificado com área em torno de 1000m<sup>2</sup>.



Fonte: Ceará (2017).

A sede do município contará com dois ecopontos e uma CMR, enquanto o distrito de Sucesso terá um ecoponto, como mostra a Figura 57.

Figura 57 – Localização dos pontos de CMR e Ecopoints no município de Tamboril.



Fonte: Ceará (2017).

O resíduo adquirido no ecoponto de Sucesso, serão encaminhados para a CMR de Tamboril, ocorrendo a simples acumulação dos resíduos secos, seguindo para Santa Quitéria, que por gerar uma quantidade maior desse tipo de resíduo, fará a triagem, recebendo também dos municípios de Catunda e Monsenhor Tabosa.

O Quadro 20, mostra a quantidade de resíduos seco e orgânico do município, assim como as áreas necessárias no galpão de triagem.

Quadro 20 – Números de resíduos sólidos seco e orgânico de Tamboril.

	RS SECO	RS ORGÂNICO
Quantidade coletada (t/dia)	3,3	4,9
Meta de coleta (t/dia)	2,9	4,3
Capacidade do módulo inicial (t/turno)	0	2
Área (m <sup>2</sup> )	120	200

Fonte: Adaptado Ceará (2017).

Os resíduos secos, constituído por papeis, papelão, aço, alumínio, plásticos e vidros, contarão com uma área de 120 m<sup>2</sup> para a sua recepção. Enquanto os orgânicos, composto por sobra de alimentos, não contabilizando resto de jardins, são responsáveis por 4,9 t/dia da geração de lixo de Tamboril, sendo assim a CMR do município contará com uma área de 200 m<sup>2</sup>.

A justificativa pela falta de coleta e triagem dos resíduos secos nos municípios é a falta de mercado, porém esse novo projeto tem o objetivo de colocar esses materiais na cadeia produtiva, enviando para cidades da região que tem uma maior geração, seguindo em sua maioria para a capital do estado, possibilitando novos negócios. É possível que consumidores da região tenham acesso a esses materiais, porém de início não se tem uma necessidade desse.

Os resíduos orgânicos serão vendidos para agricultores de Tamboril ou podem ser encaminhados para a região da Serra de Ibiapina, de onde vem a maior parte dos hortifrúteis consumidos.

Os resíduos da construção civil, Classe A, já são utilizados para recuperação de vias e nivelamento de terrenos. Depois de triados e peneirados seguirão para a secretaria de obras sendo utilizada em obras públicas e sendo vendida, a parte mais grossa, para aterramento de áreas públicas e privadas. Segundo o Perfil Básico Municipal de 2017, a empresas industriais ativas da construção civil eram 3, equivalente a 9,68% das indústrias de Tamboril, gerando 10 empregos formais. O Quadro 21 mostra a quantidade de resíduos da construção civil produzido e o consumo necessário.

Quadro 21 – Resíduos de RCC de Tamboril.

<b>Geração de RCC (m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>Consumo aparente deagregados (m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>RCC/consumo (%)</b>
14,7	72,8	23,20%

Fonte: Adaptado Ceará (2017).

O RCC de Tamboril é apenas 23,20% do consumo preciso, dessa forma, esse tipo não haverá sobras, sendo necessário ainda adquirir material para a utilização em obras do município.

Por fim, os resíduos de madeira, sendo podas, construção civil e desmonte de volumosos, são utilizados pelas cerâmicas da Região do Sertão de Crateús, que conta com cerca de 6 empresas que prestam esse serviço. Além disso, esse tipo de material pode ser reutilizado como fonte direta de energia ou para a produção de vapor. Tamboril produz um total de 18,7 m<sup>3</sup>/dia entre verdes e madeiras, como mostra o Quadro 22.

Quadro 22 – Verdes e madeiras produzidas em Tamboril.

<b>Verdes(m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>Volumosos Madeira (m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>Madeiras dos RCC(m<sup>3</sup>/dia)</b>
12,3	4,9	1,5

Fonte: Adaptado Ceará (2017).

Esses resíduos são de responsabilidade compartilhada, tanto dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores. Ainda assim, os resíduos urbanos não recebidos e processados nas instalações serão enviados para o lixão, apesar da redução do



volume enviado, essa forma de destinação ainda será utilizada, passando depois pelo o plano de recuperação de área degradada.

Para o funcionamento desse sistema o município terá que fazer investimentos na implantação da infraestrutura e dos principais componentes das instalações. A CMR de Tamboril contará com uma área de 10.000 m<sup>2</sup>, enquanto cada ecoponto terá 1.000 m<sup>2</sup>. Os custos dos sistemas foram de acordo com o Quadro 23.

Quadro 23 – Investimentos para a construção da CMR e ecoponto.

<b>RESÍDUOS SÓLIDOS: INVESTIMENTOS</b>	
<b>Estrutura</b>	<b>Preço (R\$)</b>
Infraestrutura básica da CMR	1.216.777,23
Ecoponto simples	300.160,86
Galpão de compostagem	49.586,53
Complementos	6.432,79
Guarita Coberta	11.498,17
Galpão de acumulação	70.750,50

Fonte: Adaptado Ceará, 2017.

Os custos iniciais da CMR incluem serviços preliminares, cercamento e divisórias internas, portão, baias e galpões para desmonte de volumosos e armazenamento de resíduos com alguma periculosidade, como RCC Classe D e outros. A unidade do Ecoponto simples custa R\$ 100.053,62. O município ainda contará com galpão de compostagem e guarita completa coberta, que terá banheiro, fossa e sumidouro e medidores de energia e água, ocupando uma área de 200 m<sup>2</sup>. Para o armazenamento de RS secos, a CMR terá um galpão de acumulação, de 120 m<sup>2</sup>.

Para o funcionamento, será necessária uma equipe operacional para a CMR do município, que contará com 1 encarregado e de 5 a 6 auxiliares operacionais. Enquanto o Ecoponto terá 1 auxiliar operacional. A mudança também precisa ser realizada no comportamento dos agentes de coleta e todos os envolvidos em atividades direta de coleta, o que inicialmente tem sido difícil, como a conscientização da utilização de EPI's, informou o secretário responsável por essa área.

Além disso, Antônio Wilson afirma a importância da participação da população nesse momento. Uma mudança no comportamento dos tamborilenses foi iniciada, dessa forma, juntamente com a passagem do caminhão é colocado um som com o objetivo de conscientizar a população e ensinar a forma correta e qual lixo deve ser despejado no caminhão.

O projeto busca uma mudança comportamental imediata através da participação de agentes comunitários de saúde e agentes de endemias, que capacitados irão abordar a ligação entre saneamento básico e saúde, porém por conta da pandemia da COVID -19, essa ação foi

dificultada. Quanto a mudança comportamental futura, será implantada uma educação ambiental nas escolas do município.

#### **4.4 Drenagem Urbana em Tamboril**

As informações dessa seção foram retiradas do Instituto Brasileiro de Informações e Estatísticas, IBGE, da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, FUNCEME, do Tribunal de Contas do Estado do Ceará, do *site* Blog do Manuel Sales e de dados disponibilizados pela Secretária de Obras, Transportes e Serviços Públicos.

Com um período chuvoso sem muitas precipitações, a cidade não possui constantes problemas com drenagem urbana. Segundo o IBGE (2020), 4,8% das vias públicas do município são urbanizadas. Assim, é possível identificar alguns problemas pela falta de sistemas de drenagens na sede e nos seus distritos, em sua maior parte. Com os períodos de seca e a falta de chuva, a população entende que mesmo com alagamentos e alguns transtornos causados pela chuva, o momento é de agradecimento, assim não tem o costume de cobrar do poder público melhorias em sistemas de drenagem.

O volume de chuva influencia nos sistemas de drenagem. O município conta com sete pontos de coleta de precipitação pela FUNCEME, possui registros baixos, sendo o local com a maior média, entre os anos de 2000 a 2019, o Distrito de Boa Esperança, como mostra o Quadro 24.

Dos anos 2000 a 2019, o Distrito de Boa Esperança, mesmo possuindo alguns anos sem informação, obteve uma média de 602 mm, sendo seguido pelo Distrito Sede e Sucesso, esse último que não registrou informações durante os anos de 2000, 2001, 2017 e 2019, podendo assim ter baixado sua média. A localidade a registrar a menor precipitação foi Fazenda Nova, esse que iniciou os registros apenas de 2017.

No portal de licitações do Tribunal de Contas do Estado do Ceará, é possível identificar algumas intervenções de pavimentação de pedra toscas, incluindo sistema de sarjeta e meio fio. Durante os anos de 2012, 2013 e 2014 os bairros da sede que tiveram melhorias solicitadas foram o Monte Azul e o Novo Tamboril, quanto aos distritos beneficiados, os requisitados a terem intervenções foram Boa Esperança, Açudinho, Holanda, Oliveiras e Sucesso. Em 2015, as intervenções requisitadas foram nas localidades de Oriente, Nova Roma, e Ramalhete, além do distrito de Sucesso e de obras de pavimentação asfáltica na sede. A Vila São Pedro, localizada na sede, registrou uma licitação em 2018, assim como o Monte Azul, sendo o bairro que mais recebeu intervenções desse tipo de serviço desde 2012. Em 2019, o

distrito de Açudinho voltou a registrar propostas, assim como as localizadas de Sabonete, Bom Jardim e Passarinha em 2020. Não sendo encontrada nenhuma informação de licitação nos Distritos de Curatis e Carvalho.

Quadro 24 – Precipitação média nos distritos de Tamboril.

Precipitação média anual nos postos monitorados pela FUNCEME nos distritos de Tamboril, em mm.							
ANO	Tamboril	Sucesso	Boa Esperança	Curatis	Oliveiras	São Monte Alegre	Fazenda Nova
2000	785,8	S.I.	734	68	531,5	S.I.	S.I.
2001	536,7	S.I.	593	449	338	S.I.	S.I.
2002	697	584	838	520,5	532	550	S.I.
2003	517,9	769	544	483	624,2	584,3	S.I.
2004	968,8	924	833,8	773	767,2	687,9	S.I.
2005	522,5	498	648	599	617,4	645	S.I.
2006	546,4	596	748	368	889,4	458,7	S.I.
2007	472,3	475,6	120	443	518,8	410,4	S.I.
2008	747	791	S.I.	564	693	545,4	S.I.
2009	1319,5	1233	1140	920	950	938,5	S.I.
2010	491,3	422	421	400	351	S.I.	S.I.
2011	742,3	897	858	676	622	666	S.I.
2012	215,3	227	154	85	45	S.I.	S.I.
2013	544,2	539	216	226	314	333,9	S.I.
2014	415,6	457	S.I.	243	468,8	S.I.	S.I.
2015	470,9	402	231	368	520	266,3	S.I.
2016	449,6	436	S.I.	398	583	582,8	S.I.
2017	563,3	S.I.	S.I.	155	353,7	240,7	3
2018	625,7	657	602	451	648	744,3	392,7
2019	690,2	S.I.	829	350	744	489	372
<b>MÉDIA</b>	<b>563,3</b>	<b>561,5</b>	<b>602</b>	<b>421,5</b>	<b>557,5</b>	<b>550</b>	<b>372</b>

Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Com poucas intervenções, alguns pontos no município são noticiados ao acumular. Como foi o caso no Distrito de Sucesso, em abril de 2017, mesmo com precipitações abaixo da média no município de Tamboril, uma chuva de 40 mm, foi capaz de alagar parte das ruas de Sucesso, o que prejudicou a locomoção de pessoas e transportes pela cidade, como mostra a Figura 58 (BLOG MANUEL SALES, 2017).



Figura 58 – Rua João José de Castro, no Distrito de Sucesso.



Fonte: Blog Manuel Sales (2017).

Ainda em Sucesso, com 58 mm de chuva, no ano de 2018, a cidade acumulou água pelas ruas, chegando a invadir calçadas, como mostra a Figura 59.

Figura 59 – Distrito de Sucesso em dezembro de 2018.



Fonte: Blog Manuel Sales (2018).

A zona rural de Tamboril, sendo a mais afetada em períodos chuvosos, em 2019 registrou 90 mm no Distrito de Carvalho, o que impossibilitou a passagem dos moradores, fazendo com que alunos perdessem aula durante a semana e sendo necessária a liberação mais cedo para que chegassem com segurança em casa (BLOG MANUEL SALES, 2019a). A Figura

60 mostra estudantes da zona rural precisando atravessar caminhos com uma grande quantidade de águas.

Figura 60 – Alagamento na zona rural de Tamboril em abril de 2019.



Fonte: Blog Manuel Sales (2019).

Também é possível registrar casos como os supracitados na sede do município. A Escola Antônio Mota Filho, ficou inundada em abril de 2019, sendo necessário o cancelamento de aulas, como mostra a Figura 61 (BLOG MANUEL SALES, 2019b).

Figura 61 – Escola da sede de Tamboril em abril de 2019.



Fonte: Blog Manuel Sales (2019b).

Com o registro de uma chuva de 70 mm, em duas horas, ocorreram também problemas no Conjunto Novo Tamboril, com o alagamento das ruas e a mobilização da população para que a água não invadisse as casas (BLOG MANUEL SALES, 2019b).

Em março de 2020, os distritos do município, localizados na zona rural, registraram chuvas acima de 100 mm, ocorrendo alagamentos, tornando trechos de estradas intransitáveis e rompimento de uma passagem molhada, no Distrito de Carvalho, como mostra a Figura 62 (BLOG MANUEL SALES, 2020a).

Figura 62 – Rompimento da passagem molhada na zona rural de Tamboril.



Fonte: Blog Manuel Sales (2020a).

Na mesma noite, ocorreu o rompimento de um açude da região, prejudicando famílias e trabalhadores que ali vivem, como mostra a Figura 63. (BLOG MANUEL SALES, 2020a)

Figura 63 – Rompimento de açude em propriedade particular.



Fonte: Blog Manuel Sales (2020a).



Enquanto no Distrito de Holanda, casas ficaram alagadas, no Distrito da Boa Esperança, açudes particulares romperam-se, causando alagamento e destruição de plantações. Como mostra a Figura 64, a água chega a invadir algumas edificações.

Figura 64 – Rompimento de açude em propriedade particular.



Fonte: Blog Manuel Sales (2020a).

#### 4.5 Saneamento básico e a qualidade de vida em Tamboril

O conceito de qualidade de vida é tem seu desfecho relacionado a saúde, existem seis vertentes a serem analisados, entre eles está a: psicologia positiva, como resiliência, esperança, sabedoria, criatividade, coragem, espiritualidade e características adaptativas; busca de indicadores sociais: indicadores de riqueza, desenvolvimento, produto interno bruto, renda per capita, índice de mortalidade e o índice de desenvolvimento humano; por último dados relacionado a saúde, como: base epidemiológica, satisfação do cliente, exames laboratoriais, entre outros (LACERDA,2020) .

A Organização Mundial da Saúde (OMS), define qualidade de vida como a “percepção de sua posição na vida, no contexto da cultura e do sistema de valores em que vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações”. O questionamento sobre o que pode ser medido de uma forma objetiva, divide profissionais que trabalham e estudam nessa área, assim é sugerido trocar “indicadores de qualidade de vida” por “indicadores de status de saúde” (LACERDA, 2020).

Quanto aos indicadores sociais, um dos principais é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que possui três dimensões básicas: renda, educação e saúde. Esse indicador

pode ser medido entre 0 e 1, quanto maior o IDH, melhor será o desenvolvimento desses aspectos no município.

Em 2000, o município de Tamboril possuía um índice de 0,620, entretanto em 2010, o IBGE registrava 0,580 para a cidade. Relacionando esses dados com a falta de saneamento, é possível perceber que a estação de tratamento de esgoto que funcionou até o início dos anos 2000, pode ter sido um dos influenciadores para a redução desse índice, assim como a queda no abastecimento da população urbana no ano 2007 e seguindo de forma vagarosa até o ano de 2010.

Segundo o IBGE (2020), Tamboril possui 6,8% da sua população ocupada, assim o percentual dos tamborilenses com rendimento nominal mensal *per capita* de até  $\frac{1}{2}$  salários mínimos é de 57,3%. O município possui quase metade da sua população rural vivendo em extrema pobreza, sendo essa parcela de habitantes, que vivem em distritos, os que mais sofrem com a falta de acesso aos serviços de saneamento.

O GINI, índice desenvolvido por um estatístico italiano, esse mostra a desigualdade da população através da renda, medido entre 0 a 1, quanto maior for essa taxa, maior a desigualdade do município. Tamboril em 1991 registrava 0,4895, sendo seu menor até hoje. Poucos anos antes, o município iniciava suas atividades de saneamento, construindo um segundo açude para o abastecimento de água, em Sucesso, que tem sua população em maior parte rural.

Em 2000, mesmo com a estação de tratamento de esgoto, esse índice era de 0,5698, nesse ano o lixão de Tamboril já era utilizado a algum tempo e a sede e os distritos cresciam, podendo ser um dos influenciadores de doenças e problemas na qualidade de vida da população, além de fatores externos. Após 10 anos, o registro foi de 0,5287, assim Tamboril tem uma variação desse índice, podendo ser influenciado por fatores de saneamento sabendo que o abastecimento de água e o tratamento de esgoto varia pelos anos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O saneamento básico é um assunto de interesse político e social, e, ao se fazer um panorama, é possível identificar problemas e ressaltar a importância desse sistema na qualidade de vida da população. A falta de sistemas de abastecimento de água, tratamento de esgoto, coleta e manejo dos resíduos sólidos e sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais, afetam a qualidade de vida e a saúde da população, além de ter uma influência na economia de Tamboril.

Através do SNIS, um sistema nacional que visa obter informações dos municípios do país, sobre Tamboril é possível obter resultados de abastecimento de água a partir de 2006, pertencendo a responsabilidade desse serviço a Cagece, assim facilitando o controle de qualidade e o acesso a informações. Quanto aos resíduos sólidos, estão disponíveis os dados de 2018, quando o município iniciou mudanças na política desse serviço, um importante avanço para a qualidade de vida da população e do meio ambiente.

No esgotamento sanitário observa-se que existe uma precariedade e abandono ao longo dos anos pelas gestões, assim tornando as tubulações deficientes e o sistema existente insuficiente para atender as demandas da população. A obtenção de dados é escassa na internet, sendo necessário o contato com secretarias do município, essas que também possuem poucos dados devido aos anos sem o funcionamento do tratamento de esgoto e as trocas de gestão que omitem dados.

Quanto a drenagem, o SNIS possui poucos municípios cadastrados para o recebimento de dados, dessa forma Tamboril não dispõe de informações. Os registros de problemas com a drenagem foram identificados através de *blog* em sua maior parte nos distritos e localidades, devido à falta de infraestrutura nessas regiões, sendo assim cabe a prefeitura fazer um registro oficial e a secretaria buscar soluções para essas ocorrências.

A deficiência do saneamento em Tamboril, dar-se-á, pela falta de um Plano Municipal de Saneamento Básico, o que pode impedir os investimentos, já que o decreto nº 7.217/2010 determinou que, a partir de 2010, os municípios só receberiam os recursos da União se possuírem um planejamento, esse prazo foi prorrogado para 2022.

A saúde é um fator influenciado pelo saneamento básico da cidade, além de influenciar na qualidade de vida de todas as idades. Tamboril passa por constantes variações quanto ao acesso a água, devido ao volume dos seus açudes e o crescimento da população, além de uma falta de coleta e manejo dos resíduos sólidos, quanto ao esgoto que tem uma projeção pequena para o tamanho da cidade nos dias de hoje, assim como a drenagem que ainda é

precária em sua maioria nos distritos. Ainda assim, a população ainda alcança o índice de longevidade da população é de 0,779, sendo a segunda maior população de Tamboril pessoas acima de 65 anos.

A necessidade de um setor responsável pelo cadastramento e gerenciamento de informações relacionados a saneamento básico é de extrema importância, tendo em vista que esses influenciam diretamente nas condições de vida da população. Com a falta dessas informações é impossibilitada a relação de forma precisa do quanto a população é afetada pela precariedade desses sistemas, além de dificultar os trabalhos das próximas gestões que buscarem políticas de melhorias em saneamento básico.

Como sugestões para trabalhos futuros.....

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA IBGE. **IBGE divulga as estimativas da população dos municípios para 2019**. 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25278-ibge-divulga-as-estimativas-da-populacao-dos-municipios-para-2019>. Acesso em: 11 set. 2020.
- AGÊNCIA SENADO. **Publicados 12 vetos ao Marco Legal do Saneamento Fonte: Agência Senado**. 2020a. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/07/16/publicados-12-vetos-ao-marco-legal-do-saneamento>. Acesso em: 04 out. 2020.
- AGÊNCIA SENADO. **Senado aprova novo marco legal do saneamento básico. Fonte: Agência Senado**. 2020b. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/06/24/senado-aprova-novo-marco-legal-do-saneamento-basico>. Acesso em: 04 out. 2020.
- ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. **Manual de ocupação dos morros da região metropolitana do Recife**. 2003. Fundação de Desenvolvimento Municipal FIDEM. Drenagem. cap 13, pag 219 – 241. Disponível em: [http://www2.condepefidem.pe.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c2a0cf9e-2d42-4443-a1bf-34530bc4c83f&groupId=19941](http://www2.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=c2a0cf9e-2d42-4443-a1bf-34530bc4c83f&groupId=19941). Acesso em: 05 set. 2020
- ARCIPP. **CEARÁ: Obra da primeira usina de dessalinização de água do mar do Brasil é iniciada em Caucaia**. 2020. Disponível em: <http://www.aecipp.com.br/pt-br/noticias/ceara-obra-da-primeira-usina-de-dessalinizacao-de-agua-do-mar-do-brasil-e-iniciada-em>. Acesso em: 19 out. 2020.
- ANA. **Novo Marco do Saneamento entra em vigor e deve trazer avanços econômicos, na saúde e no meio ambiente em todo o País**. 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias/novo-marco-do-saneamento-entra-em-vigor-e-deve-trazer-avancos-economicos-na-saude-e-no-meio-ambiente-em-todo-o-pais>. Acesso em: 04 out. 2020.
- ATHAYDES, Tiago Vinicius Silva; PAROLIN, Mauro; CRISPIM, Jefferson de Queiroz. **Análise histórica sobre práticas de saneamento básico no mundo**. 2020. Disponível em: <https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/5421/form3049191469.pdf>. Acesso em: 16 set. 2020.
- BARROS, Rodrigo. **Conheça a história do saneamento básico e tratamento de água e esgoto**. 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/>. Acesso em: 16 set. 2020.
- BBC APUD MOTA. **Por que quase metade do Brasil não tem acesso a rede de esgoto**. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-49399768>. Acesso em: 05 out. 2020.
- BRASIL. **Coleta Seletiva**. 2020b. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclavéis/reciclagem-e-reaproveitamento.html>. Acesso em: 05 out. 2020.



**BRASIL. LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007:** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/civil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/civil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 07 set. 2020.

**BRASIL. LEI Nº 14.026, DE JULHO DE 2020:** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003; e dá outras providências. 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm). Acesso em: 04/10/2020

**BRITO, Débora. A água no Brasil: da abundância à escassez.** 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/agua-no-brasil-da-abundancia-escassez>. Acesso em: 19 out. 2020.

**CAGECE. Nossa história.** 2020c. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/quem-somos/historia/>. Acesso em: 17 set. 2020.

**CAGECE. Relatório anual para Informação ao consumidor.** 2020a. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/PDF/RelatorioQualidadeAgua/RelatoriosAnuais/STUVWXYZ/Tamboril.pdf>. Acesso em: 06 out. 2020.

**CAGECE. Relatório anual para Informação ao consumidor.** 2020b. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/PDF/RelatorioQualidadeAgua/RelatoriosAnuais/STUVWXYZ/Sucesso.pdf>. Acesso em: 06 out. 2020.

**CARNEIRO, Júlia Dias. Enquanto Rio privatiza, por que Paris, Berlim e outras 265 cidades reestatizaram saneamento?** 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-40379053>. Acesso em: 15 out. 2020.

**CEARÁ EM FOTOS E HISTÓRIAS. Patrimônio Tombado: Açude do Cedro.** 2012. Disponível em: <http://cearaemfotos.blogspot.com/2012/06/patrimonio-tombado-acude-do-cedro.html>. Acesso em: 05 out. 2020.

**CNI. Comparações Internacionais:** uma agenda de soluções para os desafios do saneamento brasileiro. Uma agenda de soluções para os desafios do saneamento brasileiro. 2017. Disponível em: [https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/92/13/92132cd2-f22c-4372-aa83-f705d21d2cbb/estudo\\_-\\_comparacoes\\_internacionais\\_em\\_saneamento\\_basico.pdf](https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/92/13/92132cd2-f22c-4372-aa83-f705d21d2cbb/estudo_-_comparacoes_internacionais_em_saneamento_basico.pdf). Acesso em: 24 set. 2020.

**COGERH. BASE CARTOGRÁFICA.** 2020. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/mapas/>. Acesso em: 06 out. 2020.

CPRM. **Diagnóstico do município de Tamboril**. 1998. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16722/Rel\\_Tamboril.pdf?sequence=1](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16722/Rel_Tamboril.pdf?sequence=1). Acesso em: 21 set. 2020.

DEEPASK. **Veja ranking de países pelo percentual da população com saneamento básico**. 2013. Disponível em: <http://www.deepask.com/goes?page=Veja-ranking-de-paises-pelo-percentual-da-populacao-com-saneamento-basico>. Acesso em: 21 set. 2020.

DIANNI, Cláudia. **Uruguaios também decidem sobre a privatização da água**. 2004. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/mundo/ft3110200405.htm>. Acesso em: 03 out. 2020.

Diário do Rio. **A História dos Arcos da Lapa**. 2015. Disponível em: <https://diariodorio.com/historia-dos-arcos-da-lapa/>. Acesso em: 06 out. 2020.

DIÓGENES, Gustavo. **Maior usina de dessalinização do Brasil será construída no Ceará**. 2020. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2020/01/13/maior-usina-de-dessalinizacao-do-brasil-sera-construida-no-ceara/>. Acesso em: 19 out. 2020.

DNIT (2004). **Drenagem – Sarjetas e valetas – Especificação de serviço**. Publicação IPR. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-estrutura de transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias.

ECIVIL. **Boca de lobo**. 2020. Disponível em: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-boca-de-lobo.html>. Acesso em: 05 Não é um mês valido! 2020.

ENCHENTES - O Brasil é 6º país do mundo que mais sofre com catástrofes climáticas. **Rádio Câmara**. 2012. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/radio/programas/396885-enchentes-o-brasil-e-6o-pais-do-mundo-que-mais-sofre-com-catastrofes-climaticas/>. Acesso em: 10 set 2020.

EOS. **Classificação de resíduos sólidos**. 2020. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/classificacao-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 05 out. 2020.

EOS. **Como funciona a drenagem urbana?** 2019b. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/como-funciona-drenagem-urbana/>. Acesso em: 05 out. 2020.

EOS. **O que é e como funciona um sistema de abastecimento de água**. 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/sistema-de-abastecimento-de-agua/>. Acesso em: 05 out. 2020.

ERCOLANI, Joseane Curtis Reinaço. **Pilares do saneamento básico**. 2020. Disponível em: <https://blog.imap.com.br/pilares-do-saneamento-basico/>. Acesso em: 04 out. 2020

ESTRE. **ATERRO CLASSE I**. 2020. Disponível em: <https://www.estre.com.br/solucoes-para-empresas/aterro-classe-i/#:~:text=Os%20aterros%20classe%201%20recebem%20os%20res%C3%ADduos%20perigosos.&text=Os%20res%C3%ADduos%20perigosos%20s%C3%A3o%20aqueles,normalment e%20advindos%20da%20atividade%20industrial..> Acesso em: 05 out. 2020.

EXAME. **Três grandes questões sobre a privatização do saneamento.** 2020. Disponível em: <https://exame.com/brasil/tres-grandes-questoes-sobre-a-privatizacao-do-saneamento/>. Acesso em: 15 out. 2020.

FERREIRA, André Luís. **Como funciona um Aterro Sanitário.** 2018. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/como-funciona-um-aterro-sanitario/#:~:text=A%20fun%C3%A7%C3%A3o%20do%20aterro%20sanit%C3%A1rio,amb ientais%20e%20dissemina%C3%A7%C3%A3o%20de%20doen%C3%A7as..> Acesso em: 05 out. 2020.

FNU. **Nesta sexta: Uruguai contra a privatização da água – a luta pelo direito à água é de todos nós!** 2018. Disponível em: <https://www.fnucut.org.br/uruguai-contra-privatizacao-da-agua-luta-pelo-direito-agua-e-de-todos-nos/>. Acesso em: 03 out. 2020.

FONSECA, Bruno. **“Tudo no Chile é mercadoria, até a água”, explica historiador.** 2019. Disponível em: <https://apublica.org/2019/10/tudo-no-chile-e-mercadoria-ate-a-agua-explica-historiador/>. Acesso em: 03 out. 2020.

FUNCEME. **Ceará passa pela pior seca prolongada desde 1910:** governo lança campanha para engajar população no uso consciente da água. Governo lança campanha para engajar população no uso consciente da água. 2016. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=1403>. Acesso em: 11 set. 2020.

G1. **Primeiro açude do país, Cedro busca título de patrimônio mundial:** açude fica em quixadá, no sertão central cearense. bacia hidrográfica teve ordem de construção por dom pedro ii. Açude fica em Quixadá, no Sertão Central cearense. Bacia hidrográfica teve ordem de construção por Dom Pedro II. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/ceara/noticia/2015/04/primeiro-acude-do-pais-cedro-busca-titulo-de-patrimonio-mundial.html>. Acesso em: 17 set. 2020.

G1. **Sistema de dessalinização da água já é usado em nove estados no Brasil.** 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2014/09/sistema-de-dessalinizacao-da-agua-ja-e-usado-em-nove-estados-no-brasil.html>. Acesso em: 19 out. 2020.

GOMES, Francine Delfino. ASPECTOS DO SANEAMENTO BÁSICO: BRASIL E URUGUAI. **Revista de Ciências Jurídicas e Sociais**, v. 9, n. 1, p. 52-58, 2019.

IBGE. **Cidades.** 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/tamboril/panorama>. Acesso em: 11 set. 2020.

ILHÉU, Taís. **Apagão no Amapá e o debate sobre privatização no vestibular.** 2020. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/atualidades/o-apagao-no-amapa-e-o-debate-sobre-privatizacao-no-vestibular/>. Acesso em: 19 out. 2020.

IPECE. **Ceará em Mapas:** caracterização territorial. Caracterização Territorial. 2007. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12.htm>. Acesso em: 11 set. 2020.

IPECE. **Perfil Básico Municipal.** 2017. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Tamboril\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Tamboril_2017.pdf). Acesso em: 11 set. 2020.

MAGALHÃES, Lana. **Tratamento de Água**. 2020. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/tratamento-de-agua/>. Acesso em: 05 out. 2020.

MARCONDES, Reynaldo Cavalheiro *et al.* **Metodologia para trabalhos práticos e aplicados**. Disponível em: [https://up.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/SITES/UP\\_MACKENZIE/servicos\\_educacionais/graduacao/Administracao\\_SP/2017/Metodologia\\_trabalhos\\_praticos.pdf](https://up.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/SITES/UP_MACKENZIE/servicos_educacionais/graduacao/Administracao_SP/2017/Metodologia_trabalhos_praticos.pdf). Acesso em: 06 out. 2020.

MATOS, José de Saldanha. **Aspectos Históricos e Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano**. 2003. 12 f. Tese - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Lisboa, 2003. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/Num16/Pag%2013-23.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

MDR. **Novo Marco de Saneamento é sancionado e garante avanços para o País**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2020/07/novo-marco-de-saneamento-e-sancionado-e-garante-avancos-para-o-pais>. Acesso em: 15 out. 2020.

MNCR. **Quantos Catadores existem em atividade no Brasil?** 2019. Disponível em: <http://mncr.org.br/sobre-o-mncr/duvidas-frequentes/quantos-catadores-existem-em-atividade-no-brasil>. Acesso em: 19 ago. 2020.

MOTA, Camilla Veras. **Por que quase metade do Brasil não tem acesso a rede de esgoto**. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-49399768>. Acesso em: 05 out. 2020.

MURTHA, Ney Albert; CASTRO, José Esteban; HELLER, Léo. UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA DAS PRIMEIRAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE SANEAMENTO E DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL. **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 193-210, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc1047v1832015>.

NEHER, Clarissa. **A Alemanha volta a estatizar serviços públicos**. 2019. Disponível em: <https://www.ocafezinho.com/2019/04/15/a-alemanha-volta-a-estatizar-servicos-publicos/>. Acesso em: 03 out. 2020.

NOVELLI, Vinicius. **Privatizar ou estatizar? Como o mundo lida com o saneamento básico**: novo marco do saneamento trouxe a discussão à tona; experiência internacional mostra que não há fórmula pronta. Novo marco do saneamento trouxe a discussão à tona; experiência internacional mostra que não há fórmula pronta. 2020. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/mundo/privatizar-ou-estatizar-como-o-mundo-lida-com-o-saneamento-basico/#:~:text=Na%20Alemanha%2C%20aproximadamente%2099%25%20da,40%25%20de%20participa%C3%A7%C3%A3o%20no%20setor.&text=Mas%2C%20servi%C3%A7o%20p%C3%BAblico%2C%20nem%20sempre,%C3%A1%20gua%20e%20esgoto%20mais%20barato>. Acesso em: 03 out. 2020.

NOTTINGHAM, Patricia Carvalho. **Sistema de Esgotamento Sanitário de Fortaleza - Interceptor Oceânico**. 2011. Disponível em:

<http://www.fortalezanobre.com.br/search?q=esgotamento+sanit%C3%A1rio>. Acesso em: 17 set. 2020.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

O GLOBO. **Brasil tem cerca de 12% das reservas mundiais de água doce do planeta**. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/brasil-tem-cerca-de-12-das-reservas-mundiais-de-a.2019-03-15.1088913117>. Acesso em: 11 set. 2020.

ONU. **Água potável: direito humano fundamental**. 2010. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agua-potavel-direito-humano-fundamental/>. Acesso em: 11 ago. 2020.

ONU. **OMS: Para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global**. 2014. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/oms-para-cada-dolar-investido-em-agua-e-saneamento-economiza-se-43-dolares-em-saude-global/>. Acesso em: 10 set. 2020.

O POVO. **Fundamental para a história e renegado pela Cidade, riacho Pajeú está cheio de esgoto e lixo**. 2019. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/jornal/2019/04/17/o-triste-destino-do--sena-tupiniquim.html>. Acesso em: 20 set. 2020.

O POVO. **Primeiro lixão de Fortaleza é de 1956 e operou até 1960**. 2012. Disponível em: <https://www20.opovo.com.br/app/opovo/cienciaesaude/2012/11/24/noticiasjornalcienciaesaude,2959016/primeiro-lixao-de-fortaleza-e-de-1956-e-operou-ate-1960.shtml>. Acesso em: 17 set. 2020.

O POVO. **MPCE solicita melhorias no gerenciamento do lixo em Tamboril**.

<https://www20.opovo.com.br/app/ceara/tamboril/2015/01/13/nottamboril,3376568/mpce-solicita-melhorias-no-gerenciamento-do-lixo-em-tamboril.shtml>. / . 2015. Disponível em: <http://www.mpce.mp.br/2018/11/20/mpce-requer-condenacao-de-ex-prefeitos-de-tamboril/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

PORTAL DA HISTÓRIA DO CEARÁ. **Criada a Superintendência do Desenvolvimento**.

2008a. Disponível em:

[http://portal.ceara.pro.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9575&catid=297&Itemid=101](http://portal.ceara.pro.br/index.php?option=com_content&view=article&id=9575&catid=297&Itemid=101). Acesso em: 17 ago. 2020.

PORTAL DA HISTÓRIA DO CEARÁ. **Na presença do Governador José Adauto**. 2008b.

Disponível em:

[http://portal.ceara.pro.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11460&catid=297&Itemid=101](http://portal.ceara.pro.br/index.php?option=com_content&view=article&id=11460&catid=297&Itemid=101). Acesso em: 17 set. 2020.

PROTEGEER. **O que são Resíduos Sólidos?** 2018. Disponível em:

<http://www.protegeer.gov.br/rsu/o-que-sao>. Acesso em: 05 out. 2020

REGRAS PARA TCC. **Pesquisa Quali-Quantitativa: o que é, como fazer e exemplos.** 2020. Disponível em: <https://regrasparatcc.com.br/primeiros-passos/pesquisa-quali-quantitativa/>. Acesso em: 06 out. 2020.

SALES, Manuel. **Tamboril – Pela primeira vez em sua história açude carão deixará de abastecer a sede do município.** 2014. Disponível em: <https://blogdomanuelsales.com.br/2014/12/19/tamboril-pela-primeira-vez-em-sua-historia-acude-carao-deixara-de-abastecer-a-sede-do-municipio/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

SANEAMENTO BÁSICO. **Cada real investido em esgoto gera R\$ 2,50 para a economia:** estudo da cni mapeia o impacto de maiores investimentos em esgoto. Estudo da CNI mapeia o impacto de maiores investimentos em esgoto. 2018. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/investimento-em-esgoto/>. Acesso em: 10 set. 2020.

SANEAMENTO BÁSICO. **Quem inventou o saneamento básico?** 2017. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/quem-inventou-o-saneamento-basico/>. Acesso em: 15 set. 2020.

SANEAMENTO BÁSICO. **Prorrogado para 2022 o prazo para municípios apresentarem Plano de Saneamento Básico.** 2020. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/municipios-plano-saneamento-basico/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

SEBRAE. **O que são resíduos (e o que fazer com eles).** 2020. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-sao-residuos-e-o-que-fazer-com-eles,ca5a438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 05 out. 2020.

SILVA, Daniel Neves. **Pré-história.** 2019. Disponível em: <https://www.historiadomundo.com.br/pre-historia>. Acesso em: 15 set. 2020.

SOUSA, Rainer Gonçalves. **Idade Antiga.** 2019. Disponível em: <https://www.historiadomundo.com.br/idade-antiga>. Acesso em: 15 set. 2020.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos.** 2017  
<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>. Acesso: 05 set. 2020.

SNIS. **Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.** 2019c.  
Disponível:  
[http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2018/Diagnostico\\_AP2018.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2018/Diagnostico_AP2018.pdf). Acesso: 19 set. 2020.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos.** 2019b. Disponível em:  
[http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico\\_AE2018.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf). Acesso em: 11 set. 2020.

SUDRÉ, Lu. **Entenda como se deu o processo de privatização das águas no Chile.** 2020.  
Tradução: Luiza Mançano. Disponível em:  
<https://www.brasildefato.com.br/2020/08/03/entenda-como-se-deu-o-processo-de-privatizacao-das-aguas-no-chile>. Acesso em: 27 set. 2020.

SRH. **DETALHES DO AÇUDE: Carao**. 2015a. Disponível em: [http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd\\_acude=36&status=1](http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd_acude=36&status=1). Acesso em: 17 set. 2020.

SRH. **DETALHES DO AÇUDE: Sucesso**. 2015b. Disponível em: [http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd\\_acude=243&status=1](http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd_acude=243&status=1). Acesso em: 17 set. 2020.

TELECOMUNICAÇÕES - o que deu errado desde a privatização. **Rádio Câmara**. 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/radio/programas/390237-telecomunicacoes-o-que-deu-errado-desde-a-privatizacao/>. Acesso em: 19 out 2020.

TERA. **Os problemas ambientais causados pela falta de tratamento de efluente**. 2017. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/os-problemas-ambientais-causados-pela-falta-de-tratamento-de-efluente>. Acesso em: 05 out. 2020.

TONETTI, Adriano Luiz *et al.* **TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS EM COMUNIDADES ISOLADAS**: referencial para a escolha de soluções. Campinas: Biblioteca Unicamp, 2018.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão da Drenagem Urbana**. Brasília: Cepal - Ipea, 2012. 50 p.

TUMELERO, Nainá. **Estudo de caso: como utilizar em TCC, pesquisa científica e negócios**. 2017. Disponível em: <https://blog.metzzer.com/estudo-de-caso/>. Acesso em: 06 out. 2020.

TRATA BRASIL. **A origem do saneamento básico**. 2020b. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2020/01/07/a-origem-do-saneamento-basico/>. Acesso em: 16 set. 2020.

TRATA BRASIL. **Contamos com você para prevenir as doenças ligadas à falta de saneamento**. 2018. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2018/09/18/prevenir-doencas-saneamento/>. Acesso em: 10 set. 2020.

TRATA BRASIL. **Esgoto**. 2020a. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>. Acesso em: 18 ago. 2020.

TRATA BRASIL. **Você sabe como é tratado o esgoto que geramos?** 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2019/08/13/voce-sabe-como-e-tratado-o-esgoto-que-geramos/>. Acesso em: 05 out. 2020.

TRIPADVISOR. **Cloaca Maxima**. 2017. Disponível em: [https://www.tripadvisor.com.br/Attraction\\_Review-d12865199.html](https://www.tripadvisor.com.br/Attraction_Review-d12865199.html). Acesso em: 06 out. 2020.

VERDÉLIO, Andreia. **Governo federal defende prorrogação do prazo da lei que acaba com os lixões**. 2016. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-02/governo-federal-espera-pela-prorrogacao-do-prazo-da-lei-que-acaba-com-os#:~:text=gerenciamento%20de%20res%C3%ADduos.-,A%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20foi%20aprovada%20em%202010,encaminhado%20para%20aterros%20sanit%C3%A1rios%20adequados..> Acesso em: 04 out. 2020.

VERDÉLIO, Andreia. **Veja as principais mudanças no novo Marco Legal do Saneamento**: o novo marco legal define universalização de serviços sanitários. O novo marco legal define universalização de serviços sanitários. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-07/veja-principais-mudancas-no-novo-marco-legal-do-saneamento>. Acesso em: 04 out. 2020.

UNICEF. **Crianças que vivem em conflitos prolongados têm três vezes mais chances de morrer de doenças relacionadas à água do que em decorrência da violência**. 2019. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/criancas-que-vivem-em-conflitos-prolongados-tem-tres-vezes-mais-chances-de#:~:text=Nova%20Iorque%2C%2022%20de%20mar%C3%A7o,UNICEF%20em%20um%20novo%20relat%C3%B3rio>. Acesso em: 11 set. 2020.

YAN. **Pesquisa Estudo de Caso - Desenho e Métodos**. 1994. Disponível em: [http://maratavarepsictics.pbworks.com/w/file/74440967/3-YIN-desenho%20e%20metodo\\_Pesquisa%20Estudo%20de%20Caso.pdf](http://maratavarepsictics.pbworks.com/w/file/74440967/3-YIN-desenho%20e%20metodo_Pesquisa%20Estudo%20de%20Caso.pdf). Acesso em: 06 out. 2020.



[http://www1.dnit.gov.br/anexo/Relat%C3%B3rio/Relat%C3%B3rio\\_edital0484\\_12-08\\_0.pdf](http://www1.dnit.gov.br/anexo/Relat%C3%B3rio/Relat%C3%B3rio_edital0484_12-08_0.pdf)  
(DNIT,2012)

<http://www.mpce.mp.br/2018/11/20/mpce-requer-condenacao-de-ex-prefeitos-de-tamboril/>  
MPCE, 2012

<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/mundo-isolado-1.437631> DIÁRIO DO  
NORDESTE, 2013

<http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/index.php?status=1> (SRH, 2020)

## ESGOTO

<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/lagoas-estabilizacao/> (IERVOLINO, 2019)

## RESÍDUOS

<https://www.nsctotal.com.br/colunistas/pancho/reciclagem-e-aproveitamento-do-lixo-de-14-cidades-comeca-a-sair-do-papel-em-timbo> (PANCHO, 2019)

[https://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Apostila\\_compostagem\\_Final\\_Pos\\_Print.pdf](https://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Apostila_compostagem_Final_Pos_Print.pdf)  
(PARANÁ, 2013)

## DRENAGEM

IMAGEM: <http://www.g-maia.com.br/estudo-inspecao-e-reparo-de-redes-de-drenagem-pluvial/> (COSTA, MAIA, 2020)

outro de drenagem que não usei

[https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/Drenagem%20Urbana%20ed\\_deg.pdf](https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/Drenagem%20Urbana%20ed_deg.pdf)

imagem ANA, 2015

[http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas\\_Esgoto/Cear%C3%A1/Sistema\\_Atual/Tamboril.pdf](http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Cear%C3%A1/Sistema_Atual/Tamboril.pdf)

%

Funes, 2019

<https://gizmodo.uol.com.br/usinas-dessalinizacao-producao-residuos/#:~:text=Usinas%20de%20dessaliniza%C3%A7%C3%A3o%20localizadas%20em,as%20pessoas%20beberem%2C%20na%20verdade.&text=Eles%20est%C3%A3o%20levantando%20o%20alerta,de%20res%C3%ADduo%20requer%20um%20plano.>